

NS-US035049

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of :
:
Keiji KADOTA :
:
Serial No.: New :
:
Filed: Herewith :
:
For: VEHICLE DRIVING FORCE CONTROL :
APPARATUS :

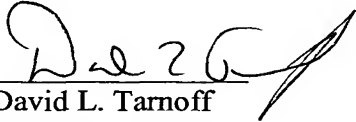
CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

The Assistant Commissioner of Patents
Washington, DC 20231

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. §119, Applicant files herewith a certified copy of Japanese Application No. 2002-235655, filed August 13, 2002, in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748. Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. §119 in accordance with the International Convention for the Protection of Industrial Property, 53 Stat. 1748.

Respectfully submitted,


David L. Tarnoff
Attorney of Record
Reg. No. 32,383

SHINJYU GLOBAL IP COUNSELORS, LLP
1233 Twentieth Street, NW, Suite 700
Washington, DC 20036
(202)-293-0444
Dated: 8-4-03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月13日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-235655

[ST.10/C]:

[JP2002-235655]

出 願 人

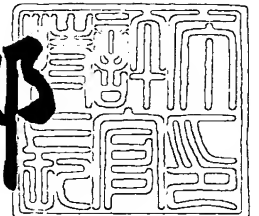
Applicant(s):

日産自動車株式会社

2003年 6月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3042860

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-00635

【提出日】 平成14年 8月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60L 11/00
B60K 6/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社
社内

【氏名】 門田 圭司

【特許出願人】

【識別番号】 000003997

【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9901511

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 4 輪駆動車両の駆動力制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主駆動輪を駆動する主駆動源と、従駆動輪に駆動トルクを伝達可能な従駆動源と、上記従駆動源から従駆動輪までのトルク伝達経路に介装されたクラッチと、クラッチの出力軸側の回転速度を検出する出力軸側回転速度検出手段と、クラッチの入力軸側の回転速度を検出する入力軸側回転速度検出手段と、上記出力軸側回転速度検出手段の検出値に基づき上記出力軸の回転が停止するまでの時間を推定する出力軸側停止推定手段と、上記入力軸側回転速度検出手段の検出値に基づき上記入力軸の回転が停止するまでの時間を推定する入力軸側停止推定手段と、

走行中の車両が停止すると推定すると、上記出力軸側停止推定手段及び入力軸側停止推定手段の推定値に基づき、上記クラッチの入力軸及び出力軸の両軸が共に停止状態となるまでの推移時間だけ経過したと判定すると上記クラッチを接続するクラッチ接続指令を出力するクラッチ接続指令出力手段を備えることを特徴とする 4 輪駆動車両の駆動力制御装置。

【請求項 2】 上記クラッチ接続指令出力手段は、上記出力軸側回転速度検出手段若しくは入力軸側回転速度検出手段によって検出可能な許容回転速度未満の回転速度に被測定対象の回転速度が推移したと判定すると、車両が停止すると推定することを特徴とする請求項 1 に記載した 4 輪駆動車両の駆動力制御装置。

【請求項 3】 運転者による加速指示の有無を検出する加速指示検出手段を備え、上記クラッチ接続指令出力手段は、車両が停止すると推定した後に加速指示があったことを検出すると、上記車両が停止すると推定した後のクラッチ接続指令の出力を禁止することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載した 4 輪駆動車両の駆動力制御装置。

【請求項 4】 制動操作量を検出する制動操作量検出手段を備え、

上記クラッチ接続指令出力手段は、車両が停止すると推定した後に、上記制動操作量検出手段に基づき単位時間当たりの上記制動操作量の変化量が所定値以上と判定した場合には、上記車両が停止すると推定した後のクラッチ接続指令の出

力を禁止することを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載した 4 輪駆動車両の駆動力制御装置。

【請求項 5】 上記クラッチ接続指令出力手段は、クラッチの応答遅れ時間を考慮して上記推移時間を補正することを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかに記載した 4 輪駆動車両の駆動力制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、走行状態等に応じて 4 輪駆動状態と 2 輪駆動状態と駆動切り替えが行われる 4 輪駆動車の駆動力制御装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

この種の 4 輪駆動車の駆動力制御装置としては、例えば特開平 1 1 - 2 4 3 6 0 8 号公報に記載されるものがある。

この車両では、主駆動輪である前輪がエンジンによって駆動され、また、4 輪駆動状態のときには、従駆動輪である後輪が電動モータによって駆動される構成となっている。上記モータから後輪軸までのトルク伝達経路には、クラッチや減速機が介装されている。そして、上記従来技術では、モータの回転速度が車軸の回転速度に相当する速度まで電動モータを空転させてからクラッチを接続状態とし、その後モータの出力トルクを徐々に立ち上げるといった駆動制御方式を採用している。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような駆動制御方法では、前輪（主駆動輪）の加速スリップ検出後にクラッチを接続しモータトルクを徐々に増加させているので、最も加速スリップが発生しやすい発進初期などにおいて、運転者が要求する発進性・加速性に対する応答がその分遅れることとなる。

【0 0 0 4】

発進時におけるこの改善策の 1 つとしては、車両が停止している状態（発進す

る前) からクラッチを接続しておくことで、クラッチ接続時のショックを回避しつつ発進初期から必要なモータトルクを掛けることを可能とする方法が考えられる。

この場合、車両が停止状態であるか否かを、車輪速度で判断することが考えられるが、4 輪駆動状態から 2 輪駆動状態へ移行した直後に車輪が停止 (車両が停止) した場合には、まだモータの回転 (クラッチ入力側) が停止していない可能性もあり、つまり車輪速度から車両停止状態と判定しても、クラッチの入力軸と出力軸との間に所定以上の回転速度差があつて、クラッチ接続時にショックが発生するおそれがある。

【0 0 0 5】

また、車輪等の回転速度を検出する回転センサは、一般に、極低回転になると磁束パルスが小さくなり正確に検出することができない。すなわち、減速から停止に至るあいだに、回転センサが実質検出不能の極低回転の領域に入ると、何時、車両が停止したのかが判断できない。よって、いつクラッチを接続すべきか決めることができないという問題がある。

【0 0 0 6】

本発明は、上記のような点に着目したもので、クラッチ接続時のショックを回避しつつ発進時における 4 輪駆動状態への移行の応答性を向上させることが可能な 4 輪駆動車両の駆動力制御装置を提供することを課題としている。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、主駆動輪を駆動する主駆動源と、従駆動輪に駆動トルクを伝達可能な従駆動源と、上記従駆動源から従駆動輪までのトルク伝達経路に介装されたクラッチと、クラッチの出力軸側の回転速度を検出する出力軸側回転速度検出手段と、クラッチの入力軸側の回転速度を検出する入力軸側回転速度検出手段と、上記出力軸側回転速度検出手段の検出値に基づき上記出力軸の回転が停止するまでの時間を推定する出力軸側停止推定手段と、上記入力軸側回転速度検出手段の検出値に基づき上記入力軸の回転が停止するまでの時間を推定する入力軸側停止推定手段と、

走行中の車両が停止すると推定すると、上記出力軸側停止推定手段及び入力軸側停止推定手段の推定値に基づき、上記クラッチの入力軸及び出力軸の両軸が共に停止状態となるまでの推移時間だけ経過したと判定すると上記クラッチを接続するクラッチ接続指令を出力するクラッチ接続指令出力手段を備えることを特徴とする 4 輪駆動車両の駆動力制御装置を提供するものである。

【0008】

【発明の効果】

本発明によれば、走行中の車両が停止すると推定すると、車両走行中に求めた、クラッチの入力軸が停止するまでの推定時間及び出力軸が停止するまでの推定時間に基づき推定された推移時間（一般には、上記 2 つの推定時間のうちの大きい方の推定時間が相当する）が経過してクラッチ入力軸及びクラッチ出力軸の両方が確実に停止したと想定される状態となってからクラッチを接続する。したがって、クラッチ接続時のショックを回避しつつ、4 輪駆動状態が要求されやすい発進前に確実にクラッチ接続状態としておくことが可能となる。

【0009】

また、上記各推定時間は、走行中の車両が停止すると推定する前の、すなわち極低速状態となる前の走行状態における、各回転速度検出手段による検出値、つまり許容される最低回転数以上での検出値に基づく推定値と想定されるので、走行中の車両が停止すると推定したときから車両停止までの走行状態の変動（外乱）が小さければ、所要の精度で、各軸が停止するまでの推定時間を求めることが可能である。

【0010】

なお、上記推定時間は、回転時間の変化率（特に減速度）から推定すればよい。

【0011】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明する。

図 1 は、本実施形態に係る車両のシステム構成を説明する図である。

この図 1 に示すように、本実施形態の車両は、左右前輪 1 L、1 R が、内燃機

関であるエンジン 2（主駆動源）によって駆動される主駆動輪であり、左右後輪 3 L、3 R が、モータ 4（従駆動源）によって駆動可能な従駆動輪である。

【0 0 1 2】

すなわち、エンジン 2 の出力トルク T_e が、トランスミッション 3 0 及びディファレンスギア 3 1 を通じて左右前輪 1 L、1 R に伝達されるようになっている。

上記トランスミッション 3 0 には、現在の変速のレンジを検出するシフト位置検出手段 3 2 が設けられ、該シフト位置検出手段 3 2 は、検出したシフト位置信号を 4 WD コントローラ 8 に出力する。

【0 0 1 3】

また、上記エンジン 2 の回転トルク T_e の一部は、無端ベルト 6 を介して発電機 7 に伝達される。

上記発電機 7 は、エンジン 2 の回転数 N_e にプーリ比を乗じた回転数 N_h で回転し、4 WD コントローラ 8 によって調整される界磁電流 I_{fh} に応じて、エンジン 2 に対し負荷となり、その負荷トルクに応じた電圧を発電する。

【0 0 1 4】

その発電機 7 が発電した電力は、電線 9 を介してモータ 4 に供給可能となっている。その電線 9 の途中にはジャンクションボックス 1 0 が設けられている。上記モータ 4 の駆動軸は、減速機 1 1 及びクラッチ 1 2 を介して後輪 3 L、3 R に接続可能となっている。符号 1 3 はデフを表す。

上記エンジン 2 の吸気管路 1 4（例えばインテークマニホールド）には、メインスロットルバルブ 1 5 とサブスロットルバルブ 1 6 が介装されている。メインスロットルバルブ 1 5 は、アクセル開度指示装置（加速指示操作部）であるアクセルペダル 1 7 の踏み込み量等に応じてスロットル開度が調整制御される。このメインスロットルバルブ 1 5 は、アクセルペダル 1 7 の踏み込み量に機械的に連動するか、あるいは当該アクセルペダル 1 7 の踏み込み量を検出するアクセルセンサ 4 0 の踏み込み量検出値に応じて、エンジンコントローラ 1 8 が電氣的に調整制御することで、そのスロットル開度が調整される。上記アクセルセンサ 4 0 の踏み込み量検出値は、4 WD コントローラ 8 にも出力される。アクセルセンサ

4 0 は、加速指示検出手段を構成する。

【 0 0 1 5 】

また、サブスロットルバルブ 1 6 は、ステップモータ 1 9 をアクチュエータとし、そのステップ数に応じた回転角により開度が調整制御される。上記ステップモータ 1 9 の回転角は、モータコントローラ 2 0 からの駆動信号によって調整制御される。なお、サブスロットルバルブ 1 6 にはスロットルセンサが設けられており、このスロットルセンサで検出されるスロットル開度検出値に基づいて、上記ステップモータ 1 9 のステップ数はフィードバック制御される。ここで、上記サブスロットルバルブ 1 6 のスロットル開度をメインスロットルバルブ 1 5 の開度以下等に調整することによって、運転者のアクセルペダルの操作とは独立して、エンジン 2 の出力トルクを制御することができる。

【 0 0 1 6 】

また、エンジン 2 の回転数を検出するエンジン回転数検出センサ 2 1 を備え、エンジン回転数検出センサ 2 1 は、検出した信号をエンジンコントローラ 1 8 及び 4 WD コントローラ 8 に出力する。

また、符号 3 4 は制動指示操作部を構成するブレーキペダルであって、そのブレーキペダル 3 4 のストローク量が、制動操作量検出手段を構成するブレーキストロークセンサ 3 5 によって検出される。該ブレーキストロークセンサ 3 5 は、検出したブレーキストローク量を制動コントローラ 3 6 及び 4 WD コントローラ 8 に出力する。

【 0 0 1 7 】

制動コントローラ 3 6 は、入力したブレーキストローク量に応じて、各車輪 1 L、2 R、3 L、3 R に装備したディスクブレーキなどの制動装置 3 7 F L、3 7 F R、3 7 R L、3 7 R R を通じて、車両に作用する制動力を制御する。

また、上記発電機 7 は、図 2 に示すように、出力電圧 V を調整するための電圧調整器 2 2 (レギュレータ) を備え、4 WD コントローラ 8 によって界磁電流 I_{fh} が調整されることで、エンジン 2 に対する発電負荷トルク T_h 及び発電する電圧 V が制御される。電圧調整器 2 2 は、4 WD コントローラ 8 から発電機制御指令 c_1 (界磁電流値) を入力し、その発電機制御指令 c_1 に応じた値に発電機

7の界磁電流 I_{fh} を調整すると共に、発電機7の出力電圧 V を検出して4WDコントローラ8に出力可能となっている。なお、発電機7の回転数 N_h は、エンジン2の回転数 N_e からプーリ比に基づき演算することができる。

【0018】

また、上記ジャンクションボックス10内には電流センサ23が設けられ、該電流センサ23は、発電機7からモータ4に供給される電力の電流値 I_a を検出し、当該検出した電機子電流信号を4WDコントローラ8に出力する。また、電線9を流れる電圧値（モータ4の電圧）が4WDコントローラ8で検出される。符号24は、リレーであり、4WDコントローラ8から指令によってモータ4に供給される電圧（電流）の遮断及び接続が制御される。

【0019】

また、モータ4は、4WDコントローラ8からの指令によって界磁電流 I_{fm} が制御され、その界磁電流 I_{fm} の調整によって駆動トルク T_m が調整される。なお、符号25はモータ4の温度を測定するサーミスタである。

上記モータ4の駆動軸の回転数 N_m を検出するモータ用回転数センサ26を備え、該モータ用回転数センサ26は、検出したモータ4の回転数信号を4WDコントローラ8に出力する。モータ用回転数センサ26は、入力軸側回転速度検出手段を構成する。

【0020】

また、上記クラッチ12は、油圧クラッチや電磁クラッチであって、4WDコントローラ8からのクラッチ制御指令に応じて接続状態又は切断状態となる。

また、各車輪1L、1R、3L、3Rには、車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRが設けられている。各車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRは、対応する車輪1L、1R、3L、3Rの回転速度に応じたパルス信号を車輪速検出値として4WDコントローラ8に出力する。車輪速センサ27RL、27RRは、出力軸側回転速度検出手段を構成する。

【0021】

また、駆動モードSW42を備え、運転者によって2輪駆動モード若しくは4輪駆動モードが選択され、その駆動モードの選択情報が上記4WDコントローラ

8に出力される。

なお、符号41は、車室内に配置されたクラッチ接続用のワーニングランプであって、4WDコントローラ8からの信号に基づき点滅若しくは消灯する。

【0022】

また、符号43は、4WDコントローラ8に作動電力を供給する12Vバッテリーであり、その12V電力供給ラインには、接続・遮断を行うための12Vリレー44が介挿されている。

4WDコントローラ8は、図3に示すように、発電機制御部8A、リレー制御部8B、モータ制御部8C、クラッチ制御部8D、余剰トルク演算部8E、目標トルク制限部8F、余剰トルク変換部8G、ガタ詰め制御部8H、電源管理部8J、12Vリレー制御部8K、及びクラッチ接続判定部8Lを備える。クラッチ接続判定部8Lは、出力軸側停止推定手段、入力軸側停止推定手段、及びクラッチ接続指令出力手段を構成する。

【0023】

上記12Vリレー制御部8Kは、12Vリレー44を介して12Vバッテリー43から4WDコントローラ8への電力供給の遮断・接続を行う。なお、電源管理部8J、及び12Vリレー制御部8K以外の上記余剰トルク演算部8E等は、上記12Vバッテリー43から電力が供給がある場合にのみ作動する。

上記発電機制御部8Aは、電圧調整器22を通じて、発電機7の発電電圧Vをモニターしながら、当該発電機7の界磁電流 I_{fh} を調整することで、発電機7の発電電圧Vを所要の電圧に調整する。

【0024】

リレー制御部8Bは、発電機7からモータ4への電力供給の遮断・接続を制御する。

モータ制御部8Cは、モータ4の界磁電流 I_{fm} を調整することで、当該モータ4のトルクを所要の値に調整する。

クラッチ制御部8Dは、上記クラッチ12にクラッチ制御指令を出力することで、クラッチ12の状態を制御する。

【0025】

また、所定のサンプリング時間毎に、入力した各信号に基づき、図4に示すように、電源管理部8J→余剰トルク演算部8E→目標トルク制限部8F→余剰トルク変換部8Gの順に循環して処理が行われる。

まず、電源管理部8Jでは、図5に示す処理を行う。すなわち、ステップS1にて、駆動モードSW42からモード情報を入力し、続いてステップS3にて、4輪駆動モードか否かを判定する。4輪駆動モードと判定した場合には、ステップS5に移行し、一方、2輪駆動モードと判定した場合には、ステップS7に移行する。

【0026】

ステップS5では、12Vリレー制御部8Kを介して12VリレーON指令を出力して通電状態として復帰する。一方、ステップS7では、12Vリレー制御部8Kを介して12VリレーOFF指令を出力して非通電状態として復帰する。なお、非通電状態の場合には、以降の余剰トルク演算部8Eは実施されず、また、発電機7やモータ4への指令値の出力も中止される。

【0027】

次に、余剰トルク演算部8Eでは、図6に示すような処理を行う。

すなわち、先ず、ステップS10において、車輪速センサ27FL、27FR、27RL、27RRからの信号に基づき演算した、前輪1L、1R（主駆動輪）の車輪速から後輪3L、3R（従駆動輪）の車輪速を減算することで、前輪1L、1Rの加速スリップ量であるスリップ速度 ΔV_F を求め、ステップS20に移行する。

【0028】

ここで、スリップ速度 ΔV_F の演算は、例えば、次のように行われる。

前輪1L、1Rにおける左右輪速の平均値である平均前輪速 VW_f 、及び後輪3L、3Rにおける左右輪速の平均値である平均後輪速 VW_r を、それぞれ下記式により算出する。

$$VW_f = (VW_{f1} + VW_{fr}) / 2$$

$$VW_r = (VW_{r1} + VW_{rr}) / 2$$

次に、上記平均前輪速 VW_f と平均後輪速 VW_r との偏差から、主駆動輪であ

る前輪 1 L、1 R のスリップ速度（加速スリップ量） $\Delta V F$ を、下記式により算出する。

【0029】

$$\Delta V F = V W f - V W r$$

ステップ S 20 では、上記求めたスリップ速度 $\Delta V F$ が所定値、例えばゼロより大きいか否かを判定する。スリップ速度 $\Delta V F$ が 0 以下と判定した場合には、前輪 1 L、1 R が加速スリップしていないと推定されるので、ステップ S 30 に移行し、Th にゼロを代入した後、復帰する。

【0030】

一方、ステップ S 20 において、スリップ速度 $\Delta V F$ が 0 より大きいと判定した場合には、前輪 1 L、1 R が加速スリップしていると推定されるので、ステップ S 40 に移行する。

ステップ S 40 では、前輪 1 L、1 R の加速スリップを抑えるために必要な吸収トルク $T \Delta V F$ を、下記式によって演算してステップ S 50 に移行する。この吸収トルク $T \Delta V F$ は加速スリップ量に比例した量となる。

【0031】

$$T \Delta V F = K 1 \times \Delta V F$$

ここで、K 1 は、実験などによって求めたゲインである。

ステップ S 50 では、現在の発電機 7 の負荷トルク $T G$ を、下記式に基づき演算したのち、ステップ S 60 に移行する。

$$T G = K 2 \cdot \frac{V \times I a}{K 3 \times N h}$$

ここで、

V : 発電機 7 の電圧

I a : 発電機 7 の電機子電流

N h : 発電機 7 の回転数

K 3 : 効率

K 2 : 係数

である。

ステップ S 6 0 では、下記式に基づき、余剰トルクつまり発電機 7 で負荷すべき目標の発電負荷トルク T_h を求め、復帰する。

【 0 0 3 2 】

$$T_h = T_G + T_{\Delta VF}$$

次に、目標トルク制限部 8 F の処理について、図 7 に基づいて説明する。

すなわち、まず、ステップ S 1 1 0 で、上記目標発電負荷トルク T_h が、発電機 7 の最大負荷容量 H_Q より大きいかな否かを判定する。目標発電負荷トルク T_h が当該発電機 7 の最大負荷容量 H_Q 以下と判定した場合には、復帰する。一方、目標発電負荷トルク T_h が発電機 7 の最大負荷容量 H_Q よりも大きいと判定した場合には、ステップ S 1 2 0 に移行する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 1 2 0 では、目標の発電負荷トルク T_h における最大負荷容量 H_Q を越える超過トルク ΔT_b を下記式によって求め、ステップ S 1 3 0 に移行する。

$$\Delta T_b = T_h - H_Q$$

ステップ S 1 3 0 では、エンジン回転数検出センサ 2 1 及びスロットルセンサからの信号等に基づいて、現在のエンジントルク T_e を演算してステップ S 1 4 0 に移行する。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 4 0 では、下記式のように、上記エンジントルク T_e から上記超過トルク ΔT_b を減算したエンジントルク上限値 T_{eM} を演算し、求めたエンジントルク上限値 T_{eM} をエンジンコントローラ 1 8 に出力した後に、ステップ S 1 5 0 に移行する。

$$T_{eM} = T_e - \Delta T_b$$

ステップ S 1 5 0 では、目標発電負荷トルク T_h に最大負荷容量 H_Q を代入した後に、復帰する。

【 0 0 3 5 】

次に、余剰トルク変換部 8 G の処理について、図 8 に基づいて説明する。

まず、ステップ S 2 0 0 で、 T_h が 0 より大きいかなんかを判定する。 $T_h > 0$ と判定されれば、前輪 1 L、1 R が加速スリップしているので、ステップ S 2 1 0 に移行する。また、 $T_h \leq 0$ と判定されれば、前輪 1 L、1 R は加速スリップしていない状態であるので、ステップ S 2 9 0 に移行する。

【0036】

ステップ S 2 1 0 では、モータ用回転数センサ 2 1 が検出したモータ 4 の回転数 N_m を入力し、そのモータ 4 の回転数 N_m に応じた目標モータ界磁電流 I_{fm} を算出し、当該目標モータ界磁電流 I_{fm} をモータ制御部 8 C に出力した後、ステップ S 2 2 0 に移行する。

ここで、上記モータ 4 の回転数 N_m に対する目標モータ界磁電流 I_{fm} は、回転数 N_m が所定回転数以下の場合には一定の所定電流値とし、モータ 4 が所定の回転数以上になった場合には、公知の弱め界磁制御方式でモータ 4 の界磁電流 I_{fm} を小さくする。すなわち、モータ 4 が高速回転になるとモータ誘起電圧 E の上昇によりモータトルクが低下することから、上述のように、モータ 4 の回転数 N_m が所定値以上になったらモータ 4 の界磁電流 I_{fm} を小さくして誘起電圧 E を低下させることでモータ 4 に流れる電流を増加させて所要モータトルク T_m を得るようにする。この結果、モータ 4 が高速回転になってもモータ誘起電圧 E の上昇を抑えてモータトルクの低下を抑制するため、所要のモータトルク T_m を得ることができる。また、モータ界磁電流 I_{fm} を所定の回転数未満と所定の回転数以上との 2 段階で制御することで、連続的な界磁電流制御に比べ制御の電子回路を安価にできる。

【0037】

なお、所要のモータトルク T_m に対しモータ 4 の回転数 N_m に応じて界磁電流 I_{fm} を調整することでモータトルク T_m を連続的に補正するモータトルク補正手段を備えても良い。すなわち、2 段階切替えに対し、モータ回転数 N_m に応じてモータ 4 の界磁電流 I_{fm} を調整すると良い。この結果、モータ 4 が高速回転になってもモータ 4 の誘起電圧 E の上昇を抑えモータトルクの低下を抑制するため、所要のモータトルク T_m を得ることができる。また、なめらかなモータトル

ク特性にできるため、２段階制御に比べ車両は安定して走行できるし、常にモータ駆動効率が良い状態にすることができる。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 2 0 では、上記目標モータ界磁電流 I_{fm} 及びモータ 4 の回転数 N_m からモータ 4 の誘起電圧 E を算出して、ステップ S 2 3 0 に移行する。

ステップ S 2 3 0 では、上記余剰トルク演算部 8 E が演算した発電負荷トルク T_h に基づき対応する目標モータトルク T_m を算出して、ステップ S 2 4 0 に移行する。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 2 4 0 では、上記目標モータトルク T_m 及び目標モータ界磁電流 I_{fm} を変数として対応する目標電機子電流 I_a を算出して、ステップ S 2 5 0 に移行する。

ステップ S 2 5 0 では、下記式に基づき、上記目標電機子電流 I_a 、抵抗 R 、及び誘起電圧 E から発電機 7 の目標電圧 V を算出し、ステップ S 2 6 0 に移行する。

【 0 0 4 0 】

$$V = I_a \times R + E$$

なお、抵抗 R は、電線 9 の抵抗及びモータ 4 のコイルの抵抗である。

ステップ S 2 6 0 は、ガタ詰めフラグ $GATAF LG$ が「1」つまりガタ詰め処理中か否かを判定し、ガタ詰めフラグ $GATAF LG$ が「1」であればステップ S 2 7 0 に移行し、「0」であれば、ステップ S 3 1 0 に移行する。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 2 7 0 及びステップ S 2 8 0 では、 V とガタ詰め用目標電圧 $G_a V$ とを比較し、ガタ詰め用目標電圧 $G_a V$ の方が大きければ、 V にガタ詰め用目標電圧 $G_a V$ を代入して、ステップ S 3 1 0 に移行する。

ステップ S 3 1 0 では、当該発電機 7 の目標電圧 V を発電機制御部 8 A に出力したのち、復帰する。

【 0 0 4 2 】

一方、ステップ S 2 0 0 にて、 T_h が「0」の場合にはステップ S 2 9 0 に移

行する。ステップ S 2 0 0 において、ガタ詰めフラグ G A T A F L G が「1」つまりガタ詰め処理があればステップ S 3 0 0 に移行して、V にガタ詰め用目標電圧 $G a V$ を代入して移行してステップ S 3 1 0 に移行する。また、ガタ詰めフラグ G A T A F L G が「0」つまりガタ詰め処理中でなければ処理を終了して復帰する。

【0 0 4 3】

ここで、上記余剰トルク変換部 8 G では、モータ側の制御を考慮して目標の発電負荷トルク $T h$ に応じた発電機 7 での目標電圧 V を算出しているが、上記目標発電負荷トルク $T h$ から直接に、当該目標発電負荷トルク $T h$ となる電圧値 V を算出しても構わない。

次に、ガタ詰め処理部 8 H の処理について説明する。

【0 0 4 4】

ガタ詰め処理部では、所定のサンプリング時間毎に、入力した各信号に基づき、図 9 に示す処理が行われる。

まず、ステップ 4 1 0 にて、ガタ詰めフラグ G A T A F L G に基づきガタ詰め処理が開始されているか判定し、ガタ詰め処理中でないと判定した場合にはステップ S 4 2 0 に移行する一方、ガタ詰め処理中と判定した場合にはステップ S 5 7 0 に移行する。

【0 0 4 5】

ステップ S 4 2 0 では、シフト位置検出手段 3 1 からの信号に基づいて、変速が駆動レンジ ($D \cdot R \cdot 1 \cdot 2$) か否かを判定し、駆動レンジつまりエンジン 2 から前輪 1 L、1 R にトルク伝達されている状態と判定した場合には、ステップ S 4 4 0 に移行する。一方、非駆動レンジと判定した場合には処理を終了して、復帰する。

【0 0 4 6】

ステップ S 4 4 0 では、ブレーキストロークセンサ 3 5 からの信号に基づき、ブレーキペダル 3 4 が戻される方向に変位、つまり制動指示が小さくなる方向に変位すると判定するとステップ S 4 5 0 に移行し、そうでない場合には、処理を終了して復帰する。または、ブレーキペダル 3 4 が解放されたか否かを判定し、

解放された時にステップ S 4 5 0 へ移行し、そうでない場合には処理を終了して復帰するようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 4 5 0 では、上記ブレーキストロークセンサ 3 5 からの信号に基づきブレーキストロークの緩め量の変化（減少速度）を求め、その減少速度に応じたガタ詰め用目標モータトルク $G_a T_m$ を、予め設定したマップや関数から算出した後、ステップ S 4 6 0 に移行する。本実施形態では、上記減少量が所定値以上の場合には、ガタ詰め用目標モータトルク $G_a T_m$ を上記減少量に比例した値としている。もっとも、上記ガタ詰め用目標モータトルク $G_a T_m$ を、上記減少量に関係なく一定としても良い。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 4 6 0 では、上記ガタ詰め用目標モータトルク $G_a T_m$ を変数として対応するガタ詰めに用いる目標電機子電流 $G_a I_a$ を算出し、続いてステップ S 4 7 0 で、所定値に固定したモータ界磁電流 $I_m f$ とモータ 4 の回転数 N_m からモータ 4 の誘起電圧 $G_a E$ を算出し、ステップ S 4 8 0 に移行する。なお、車両発進時にのみガタ詰め制御を実施するのであれば、モータ 4 の誘起電圧 $G_a E$ の変動を無視して、モータ 4 の誘起電圧 $G_a E$ の算出を行うことなく所定値として処理をしても構わない。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 4 8 0 では、発電機のガタ詰め用目標電圧 $G_a V$ を算出し、続いて、ステップ S 4 9 0 で、上記目標電圧 $G_a V$ を変数として対応する目標発電負荷トルク $G_a T_h$ を算出し、ステップ S 5 0 0 にて出力した後、ステップ S 5 1 0 に移行する。

ステップ S 5 1 0 では、ガタ詰めフラグ $G A T A F L G$ を「1」にした後、ステップ S 5 2 0 に移行する。ガタ詰めフラグ $G A T A F L G$ を「1」とすることで、余剰トルク変換部 8 G などによって上記出力した目標電圧 $G_a V$ や目標発電負荷トルク $G_a T_h$ に応じたモータトルクなどの処理が行われる。すなわち、ガタ詰めのために、モータ 4 が駆動制御されて、クラッチ接続後に微小トルク発生状態となる。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 5 2 0 では、従駆動輪である後輪車軸の回転速度を求め、これにデフなどのギヤ比を逆算してクラッチ出力軸での回転速度を求め、該クラッチ出力軸の回転速度にさらに減速機 1 1 のギヤ比を逆算して、モータ 4 の出力軸位置での回転速度に換算した、クラッチ出力軸の換算出力軸回転速度 N_{sr} を算出して、ステップ S 5 3 0 に移行する。

【 0 0 5 1 】

ここで、上記クラッチ出力軸の回転速度として、直接にクラッチ出力軸の回転速度を検出しても良い。

ステップ S 5 3 0 では、定期的に取得した上記換算出力軸回転速度 N_{sr} について加重平均を取るなどして、当該換算出力軸回転速度 N_{sr} の平均変化率 $D N_{sr}$ を算出した後、ステップ S 5 4 0 に移行する。この平均変化率 $D N_{sr}$ は、クラッチ出力軸の回転加速度に相当する値である。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 5 4 0 では、まず、下記式によって目標回転速度 $M N_m$ を求めた後、ステップ S 5 5 0 に移行する。

$$M N_m = N_{sr} + N_{mofs} + D N_{sr} \times G D V$$

ここで、上記式から分かるように、目標回転速度 $M N_m$ は、クラッチ出力軸の換算出力軸回転速度 N_{sr} よりも所定回転速度差 N_{mofs} だけ大きな値となると共に、上記クラッチ出力軸の回転加速度に対応する平均変化率 $D N_{sr}$ で補正された値となっている。

【 0 0 5 3 】

また、上記所定回転速度差 N_{mofs} は、実験などで求められた定数であって、クラッチ接続時のトルク変動によるショックが乗員に対して伝達されない若しくは乗員の気にならない程度の小さい値に抑えることができる値に設定する。なお、クラッチ接続時には、クラッチから従駆動輪までの間に、詰めるべきガタが存在しているので、クラッチ接続時のトルク変動が小さければショックとして認識されない。なお、所定回転速度差 N_{mofs} を、モータ 4 の回転速度 N_m 若しくはクラッチ出力軸の回転速度に例えば逆比例した変数としても良い。

【 0 0 5 4 】

また、上記 G D V は、実験等で求めた定数であって、上記平均変化率 D N s r をクラッチ動作の応答遅れ分の値に換算する定数（クラッチの応答遅れ時間だけ経過する間の換算出力軸回転速度 N s r の増減分に換算するための定数）である。すなわち、クラッチ動作の応答遅れによって、この平均変化率 D N s r が大きいほど、実際のクラッチ接続時におけるクラッチ出力軸の回転速度が上記検出値よりも大きくなることが想定されるが、その分が D N s r × G D V によって補正されることとなる。

【 0 0 5 5 】

次に、ステップ S 5 5 0 では、下記条件式のように、モータ回転速度 N m と上記目標回転速度 M N m との偏差が、所定上下幅 D N m 内に収まったか否かを判定し、所定上下幅 D N m 内と判定した場合には、ステップ S 5 6 0 に移行する。一方、所定上下幅 D N m 内よりも大きい場合には、そのまま処理を終了して復帰する。

【 0 0 5 6 】

$$| N m - M N m | \leq D N m$$

ここで、上記 D N m は、制御誤差分を考慮して設定すれば良い。

若しくは、上記 D N m を、モータ 4 の回転加速度 $\Delta N m$ （回転速度の変化率）に基づき補正（例えば $\Delta N m$ に応じた分だけ加算する。）しても良い。すなわち、モータ 4 の回転加速度 $\Delta N m$ が大きいほど、クラッチ動作の応答遅れ分のモータ回転速度 N m のオーバーシュートを見越して、上記 D N m を大きな値に設定することで、上記目標回転速度 M N m の値を小さくしたことと同等の結果を得る。このように、モータ 4 の回転加速度 $\Delta N m$ に応じて上記目標回転速度 M N m を直接補正したことと同等の作用であるから、当該上下幅 D N m をモータ 4 の回転加速度 $\Delta N m$ に応じて変化させる代わりに、上記目標回転速度 M N m を、モータ 4 の回転加速度 $\Delta N m$ に応じて補正しても同じである。この場合には、モータ 4 の回転加速度 $\Delta N m$ に実験などで決定した係数を乗算した値を上記目標回転速度 M N m から減算すれば良い。また、目標回転速度 M N m について直接に平均変化率 D N s r で補正する代わりに、上記 D N m を平均変化率 D N s r に応じて変更するよ

うにしても同等の効果を得ることができる。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 5 6 0 では、クラッチ制御部 8 D を介してクラッチ 1 2 を接続状態にした後、処理を終了して復帰する。

一方、ステップ S 4 1 0 で、ガタ詰め処理中と判定した場合にはステップ S 5 7 0 に移行する。

ステップ S 5 7 0 では、アクセルセンサ 4 0 からの信号に基づき、加速指示量であるアクセル開度を求め、該アクセル開度が 5 % を越えているか否かを判定し、アクセル開度が 5 % を越えていると判定すると、ステップ S 5 8 0 に移行しガタ詰めガタ詰めフラグ G A T A F L G に「 0 」を代入して処理を終了し、復帰する。一方、ステップ S 5 7 0 にてアクセル開度が 5 % 以下と判定した場合には、ステップ S 5 2 0 に移行し、まだクラッチ 1 2 が接続状態でなければクラッチ 1 2 を接続状態として処理を終了する。

【 0 0 5 8 】

次に、クラッチ接続判定部 8 L の処理について説明する。

クラッチ接続判定部 8 L では、所定のサンプリング時間（例えば 1 0 m 秒）ごとに、図 1 0 に示すように、車輪停止状態推定部→電動機停止状態推定部→外乱検出部→クラッチ接続可能判定部→クラッチ接続フラグ出力部の順に処理が実施される。

【 0 0 5 9 】

まず、車輪停止状態推定部では、図 1 1 に示すような処理が実施される。すなわち、ステップ S 1 0 0 0 にて、後輪側の車輪速センサ 2 7 R L、2 7 R R からの信号に基づき後輪の平均車輪速 V W f を求め、ステップ S 1 0 1 0 に移行する。

ステップ S 1 0 1 0 では、後輪の平均車輪速 V W f が、車輪速センサ 2 7 R L、2 7 R R での検出精度が確保できる最低限の許容回転速度 L W S よりも大きいかな否かを判定し、平均車輪速 V W f が上記許容回転速度 L W S よりも大きいと判定した場合にはステップ S 1 0 1 5 に移行し、一方、平均車輪速 V W f が上記許容回転速度 L W S 以下であればステップ S 1 0 4 5 に移行する。

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 1 5 では、後輪の平均車輪速 VWf が最低限の許容回転速度 LS 以下となったか否かを判定するフラグ XWF に、「0」を代入してステップ S 1 0 2 0 に移行する。

ステップ S 1 0 2 0 では、下記式に基づき車輪回転速度変化率 DWS を演算して、ステップ S 1 0 3 0 に移行する。

【 0 0 6 1 】

$$DWS = (VWf_n + VWf_{n-1} + VWf_{n-2}) / 3 - (VWf_{n-3} + VWf_{n-4} + VWf_{n-5}) / 3$$

ここで、添え字 $n-m$ は、 m 周期前の演算時に検出した値であることを示す。したがって、添え字が n は今回検出した値であることを示す。以下においても同様である。

【 0 0 6 2 】

本実施形態では、6 周期分の値を用い、その平均値の差をとって車輪回転速度変化率 DWS を求めているが、これに限定されるわけではない。なお、車輪回転速度変化率 DWS を、2 周期分の値を使用して $(VWf_n - VWf_{n-1})$ で求めても良いが、上記のように 6 周期分の値で変化率を求めた方がノイズの影響が受けにくい。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 0 3 0 では、車輪停止所要時間推定値 TWS を、下記式に基づき演算して、ステップ S 1 0 4 0 に移行する。

$$TWS = (VWf_n / (-1 \times DWS)) - TWD - 30 \text{ (ms)}$$

ここで、上記車輪回転速度変化率 DWS は加速方向の変化率を正值としているので、 (-1) を乗算して、減速方向の変化率（減速度）を正としている。

【 0 0 6 4 】

また、上記式中の TWD は、後輪側の車輪速センサ 2 7 R L、2 7 R R の応答遅れ時間であり、30 (ms) は、ステップ S 1 0 2 0 の演算による位相遅れ時間であり、本実施形態では、車輪速センサ 2 7 R L、2 7 R R の応答遅れ及び上記位相遅れ分の補正をしている。また、クラッチ動作の応答遅れ分の補正をして

も良い。

【0065】

ステップS1040では、推定車輪回転停止フラグFWSに、「停止状態でない」ことを示す「0」をセットし復帰する。

一方、ステップS1010にて、平均車輪速VWfが上記許容回転速度LWS以下となったと判定された場合には、ステップS1045に移行してフラグXWFに「1」を代入した後、ステップS1050に移行して、車輪停止所要時間推定値TWSが「0」より大きいか否かを判定し、「0」より大きければ後輪は未だ停止していないと判断してステップS1060へ移行し、「0」以下であれば車輪停止状態と判断してS1070に移行する。

【0066】

ステップS1060では、車輪停止所要時間推定値TWSをカウントダウンするすなわち、前回周期にて演算されたTWS値から、1サイクル演算時間（例えば10ms）を減算する。その後、ステップ1040に移行する。

また、ステップS1070では、推定車輪回転停止フラグFWSに「停止状態」を示す「1」を設定した後、復帰する。

【0067】

ここで、上記ステップS1020、S1030は出力軸側停止推定手段を構成する。

次に、電動機停止状態推定部では、図12に示すような、上記車輪停止状態推定手段と同様な処理が実施される。すなわち、ステップS1100にて、モータ用回転数センサ21からの信号に基づきモータ回転数Nmを求め、ステップS1110に移行する。

【0068】

ステップS1110では、モータ回転数Nmが、モータ用回転数センサ21での検出精度が確保できる最低限の許容回転速度LMSよりも大きいか否かを判定し、モータ回転数Nmが上記許容回転速度LMSよりも大きいと判定した場合にはステップS1115に移行し、一方、モータ回転数Nmが上記許容回転速度LMS以下であればステップS1145に移行する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 1 1 5 では、モータ回転数 N_m が最低限の許容回転速度 LMS 未満となったか否かを判定するフラグ XMF に「0」を代入してステップ S 1 1 2 0 に移行する。

ステップ S 1 1 2 0 では、下記式に基づきモータ回転速度変化率 DMS を演算して、ステップ S 1 1 3 0 に移行する。

【 0 0 7 0 】

$$DMS = (Nm_n + Nm_{n-1} + Nm_{n-2}) / 3 - (Nm_{n-3} + Nm_{n-4} + Nm_{n-5}) / 3$$

ここで、添え字 $n-m$ は、 m 周期前の演算時に検出した値であることを示す。したがって、添え字が n は今回検出した値であることを示す。以下においても同様である。

【 0 0 7 1 】

本実施形態では、6 周期分の値を用い、その平均値の差をとってモータ回転速度変化率 DMS を求めているが、これに限定されるわけではない。なお、モータ回転速度変化率 DMS を、2 周期分の値を使用して $(Nm_n - Nm_{n-1})$ で求めても良いが、上記のように 6 周期分の値で変化率を求めた方がノイズの影響を受けにくい。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 1 3 0 では、モータ停止所要時間推定値 TMS を、下記式に基づき演算して、ステップ S 1 1 4 0 に移行する。

$$TMS = (Nm_n / (-1 \times DMS)) - TMD - 30 \text{ (ms)}$$

ここで、上記モータ回転速度変化率 DMS は加速方向の変化率を正值としているので、 (-1) を乗算して、減速方向の変化率（減速度）を正とすると共に、加速時（停車すると推定されない場合）は、モータ停止所要時間推定値 TMS が負値となるようにしている。

【 0 0 7 3 】

また、上記式中の TMD は、モータ用回転数センサ 2 1 の応答遅れ時間であり、 30 (ms) は、ステップ S 1 1 2 0 の演算による位相遅れ時間であり、本実

施形態では、モータ用回転数センサ 2 1 の応答遅れ及び上記位相遅れ分の補正をしている。また、クラッチ動作の応答遅れ分の補正をしても良い。

ステップ S 1 1 4 0 では、推定モータ回転停止フラグ F M S に、「停止状態でない」ことを示す「0」をセットし復帰する。

【0 0 7 4】

一方、ステップ S 1 1 1 0 にて、モータ回転数 N m が上記許容回転速度 L M S 以下となったと判定された場合には、ステップ S 1 1 5 0 に移行し、モータ停止所要時間推定値 T M S が「0」より大きいかな否かを判定し、「0」より大きければ後輪は未だ停止していないと判断してステップ S 1 1 6 0 へ移行し、「0」以下であればモータ停止状態と判断して S 1 1 7 0 に移行する。

【0 0 7 5】

ステップ S 1 1 6 0 では、モータ停止所要時間推定値 T M S をカウントダウンするすなわち、前回周期にて演算された T W S 値から、1 サイクル演算時間（例えば 1 0 m s）を減算する。その後、ステップ 1 1 4 0 に移行する。

また、ステップ S 1 1 7 0 では、推定モータ回転停止フラグ F M S に「停止状態」を示す「1」を設定した後、復帰する。

【0 0 7 6】

ここで、ステップ S 1 1 2 0, S 1 1 3 0 は、入力軸側停止推定手段を構成する。

次に、外乱検出部の処理について、図 1 3 に基づき説明する。本外乱検出部は、アクセル操作やブレーキ操作などの車輪の停止時刻に変化を与えるような外乱を検出する処理である。

【0 0 7 7】

まず、ステップ S 1 2 1 0 にて、アクセルセンサ 4 0 からからの信号に基づきアクセル操作量 A C C を求め、ステップ S 1 2 2 0 に移行する。

ステップ S 1 2 2 0 では、ブレーキストロークセンサからの信号に基づきブレーキ操作量 B K C を演算してステップ S 1 2 2 5 に移行する。

ステップ S 1 2 2 5 では、X W F が「1」かな否か、つまり車輪停止所要時間推定値 T W S のカウントダウンを介しているかな否かを判定し、そうで有ればステッ

プ S 1 2 3 に移行し、X W F が「1」でなければ復帰する。

【0 0 7 8】

S 1 2 3 0 では、下記式に基づきブレーキ操作量の変化率であるブレーキ操作変化量 D B K C を演算してステップ S 1 2 4 0 に移行する。

$$\begin{aligned} D B K C = & (B K C_n + B K C_{n-1} + B K C_{n-2}) \\ & + (B K C_{n-3} + B K C_{n-4} + B K C_{n-5}) \end{aligned}$$

ステップ S 1 2 4 0 では、アクセル操作がされたか否かを判断する。すなわち、上記アクセル操作量 A C C が所定値 A C C T H（例えば 5 %）よりも大きいか否かを判定し、大きいと判定した場合にはステップ S 1 2 7 0 に移行し、そうでなければステップ S 1 2 5 0 に移行する。所定値 A C C T H は、走行状態が変動（外乱）すると想定される閾値である。

【0 0 7 9】

ステップ S 1 2 5 0 では、ブレーキ操作変化量 D B K C の絶対値が、ブレーキ操作量閾値 D B K C T H を越えているか否かを判定し、ブレーキ操作量閾値 D B K C T H を越えていると判定した場合にはステップ S 1 2 7 0 に移行し、ブレーキ操作量閾値 D B K C T H を越えていない場合にはステップ S 1 2 6 0 に移行する。

【0 0 8 0】

ステップ S 1 2 6 0 では、外乱検出フラグ F D S に、外乱が無いことを示す「0」を設定し復帰する。

一方、許容以上の外乱があると判定した場合には、ステップ S 1 2 7 0 に移行し、外乱検出フラグ F D S に「1」を設定し、ステップ S 1 2 8 0 に移行する。

ステップ S 1 2 8 0 では、上記外乱のために一時停車時にクラッチ接続が行われない状態であることを運転者に通知するために、ワーニングランプ状態フラグ F W A R N に対し、点滅要求を示す「2」を代入したのち、ステップ S 1 2 9 0 にて、「ワーニングランプ状態フラグ F W A R N = 2」若しくは F W A R N の切り替わりをワーニングランプ制御部 8 M に出力した後、処理を終了する。

【0 0 8 1】

ここで、ワーニングランプ制御部 8 M では、ワーニングランプ状態フラグ F W

ARNに応じて、ワーニングランプ41を制御する。すなわち、ワーニングランプ状態フラグFWARNが「2」に切り替わったことを検出すると、ワーニングランプ41を点滅させる。また、ワーニングランプ状態フラグFWARNが「1」に切り替わったことを検出すると、ワーニングランプ41を消灯させる。

【0082】

次に、クラッチ制御フラグ出力部について、図14に基づき説明する。

まず、フラグXWF及びXMFのいずれもが「1」か否かを判定、両フラグとも「1」で有ればステップS1410に移行し、そうでなければ復帰する。

ステップS1410にて、モータ停止所要時間推定値TMSと車輪停止所要時間推定値TWSとを比較して、モータ停止所要時間推定値TMSの方が大きいかなければステップS1420に移行し、車輪停止所要時間推定値TWSの方が大きければステップS1430に移行する。

【0083】

ステップS1420では、モータ停止所要時間推定値TMSがクラッチ応答遅れ時間CLDよりもより大きいかな否かを判定し、大きいと判定した場合にはステップS1460に移行し、クラッチ応答遅れ時間CLD以下と判定した場合にはステップS1440に移行する。

同様に、ステップS1430では、車輪停止所要時間推定値TWSがクラッチ応答遅れ時間CLDよりもより大きいかな否かを判定し、大きいと判定した場合にはステップS1460に移行し、クラッチ応答遅れ時間CLD以下と判定した場合にはステップS1440に移行する。

【0084】

ステップS1440では、外乱検出フラグFDSが「0」つまり許容以上の外乱が発生していないと判定した場合にはステップS1450に移行し、一方、外乱検出フラグFDSが「0」でなければ、ステップS1460に移行する。

ステップS1450では、クラッチ接続可能フラグFCLPに「1」を代入し、続けて、ステップS1470にて、ワーニング状態フラグFWARNを「0」つまり消灯情報に設定変更し、さらに、ステップS1480にて、当該ワーニング状態フラグFWARNが「0」となっている旨をワーニングランプ制御部に出

力して処理を終了する。

【 0 0 8 5 】

次に、クラッチ制御フラグ出力部の処理を、図 1 5 に基づき説明すると、まず、クラッチ接続可能フラグ F C L P が「1」か否かが判定される。クラッチ接続可能フラグ F C L P が「1」と判定した場合には、ステップ S 1 5 2 0 に移行して、クラッチ O N 指令をクラッチ制御部を介してクラッチに出力する。

一方、クラッチ接続可能フラグ F C L P が「1」でないと判定した場合には、クラッチの接続状態をそのままとして、復帰する。すなわち、クラッチが接続されていれば、そのまま接続状態とし、非接続状態であれば、そのまま非接続状態とする。

【 0 0 8 6 】

次に、エンジンコントローラ 1 8 の処理について説明する。

エンジンコントローラ 1 8 では、所定のサンプリング時間毎に、入力した各信号に基づいて図 1 6 に示すような処理が行われる。

すなわち、まずステップ S 6 1 0 で、アクセルセンサ 4 0 からの検出信号に基づいて、運転者の要求する目標出力トルク T_{eN} を演算して、ステップ S 6 2 0 に移行する。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 6 2 0 では、4 W D コントローラ 8 から制限出力トルク T_{eM} の入力があるか否かを判定する。入力が有ると判定するとステップ S 6 3 0 に移行する。一方、入力が無いと判定した場合にはステップ S 6 5 0 に移行する。

ステップ S 6 3 0 では、制限出力トルク T_{eM} が目標出力トルク T_{eN} よりも大きいか否かを判定する。制限出力トルク T_{eM} の方が大きいと判定した場合には、ステップ S 6 4 0 に移行する。一方、制限出力トルク T_{eM} の方が小さいか目標出力トルク T_{eN} と等しければステップ S 6 5 0 に移行する。

【 0 0 8 8 】

ステップ S 6 4 0 では、目標出力トルク T_{eN} に制限出力トルク T_{eM} を代入することで目標出力トルク T_{eN} を増大して、ステップ S 6 5 0 に移行する。

ステップ S 6 5 0 では、ガタ詰めフラグ G A T A F L G = 1 つまりガタ詰め処

理中であるか否かを判定する。ガタ詰め処理中と判定した場合には、ステップ S 6 6 0 に移行する。一方、ガタ詰め処理中でないと判定した場合にはステップ S 6 7 0 に移行する。

【0089】

ステップ S 6 6 0 では、目標出力トルク T_{eN} をガタ詰め用目標負荷トルク G_{aTh} 分だけ増大してステップ S 6 7 0 に移行する。

ステップ S 6 7 0 では、スロットル開度やエンジン回転数などに基づき、現在の出力トルク T_e を算出してステップ S 6 8 0 に移行する。

ステップ S 6 8 0 では、現在の出力トルク T_e に対する目標出力トルク T_{eN} のの偏差分 $\Delta T_e'$ を下記式に基づき出力して、ステップ S 6 9 0 に移行する。

【0090】

$$\Delta T_e' = T_{eN} - T_e$$

ステップ S 6 9 0 では、その偏差分 $\Delta T_e'$ に応じたスロットル開度 θ の変化分 $\Delta \theta$ を演算し、その開度の変化分 $\Delta \theta$ に対応する開度信号を上記ステップモータ 1 9 に出力して、復帰する。

次に、上記構成の装置における作用などについて説明する。

【0091】

なお、以下の説明は、駆動モードが 4 輪駆動モードに設定されている場合の説明であり、駆動モードが 2 輪駆動モードの場合には、クラッチ 1 2 が接続されない。

路面 μ が小さいためや運転者によるアクセルペダル 1 7 の踏み込み量が大きいのによって、エンジン 2 から前輪 1 L、1 R に伝達されたトルクが路面反力限界トルクよりも大きくなると、つまり、主駆動輪 1 L、1 R である前輪 1 L、1 R が加速スリップすると、その加速スリップ量に応じた発電負荷トルク T_h で発電機 7 が発電することで、前輪 1 L、1 R に伝達される駆動トルクが、当該前輪 1 L、1 R の路面反力限界トルクに近づくように調整される。この結果、主駆動輪である前輪 1 L、1 R での加速スリップが抑えられる。

【0092】

しかも、発電機 7 で発電した余剰の電力によってモータ 4 が駆動されて従駆動

輪である後輪 3 L、3 R も駆動されることで、車両の加速性が向上する。

このとき、主駆動輪 1 L、1 R の路面反力限界トルクを越えた余剰のトルクでモータ 4 を駆動するため、エネルギー効率が向上し、燃費の向上に繋がる。

ここで、常時、後輪 3 L、3 R を駆動状態とした場合には、力学的エネルギー→電氣的エネルギー→力学的エネルギーと何回かエネルギー変換を行うために、変換効率分のエネルギー損失が発生することで、前輪 1 L、1 R だけで駆動した場合に比べて車両の加速性が低下する。このため、後輪 3 L、3 R の駆動は原則として抑えることが望まれる。これに対し、本実施形態では、滑り易い路面等では前輪 1 L、1 R に全てのエンジン 2 の出力トルク T_e を伝達しても全てが駆動力として使用されないことに鑑みて、前輪 1 L、1 R で有効利用できない駆動力を後輪 3 L、3 R に出力して加速性を向上させるものである。

【0093】

また、走行中に車両の加速等のために、踏み込まれていたブレーキペダルが戻されると、その戻し始めのブレーキペダルのストローク速度に比例したガタ詰め用目標モータトルク $G_a T_m$ に応じたモータ 4 の目標電圧 $G_a V$ が算出されて、モータ 4 が微小トルク発生状態となると共にクラッチ 1 2 が接続状態となる。この結果、従駆動輪である後輪 3 L、3 R を駆動できるほどではない微小トルクが、モータ 4 から後輪 3 L、R までのトルク伝達経路に作用して、当該トルク伝達経路中にあるクラッチ 1 2、減速機 1 1、ディファレンシャル・ギヤ 3 などの機構に存在するガタが詰められた状態となる。

【0094】

その後、前輪 1 L、1 R に加速スリップが生じて 4 輪駆動状態に移行する際には、上述のように既にガタ詰めが行われているので、上記動力伝達系のバックラッシュなどに起因するショックの発生が防止できるばかりか、後輪 3 L、3 R を駆動し始める前に動力伝達系のガタが詰められた状態となっているので、モータ駆動による後輪 3 L、3 R の応答が向上、つまり 4 輪駆動状態への移行する際の応答が向上する。そして、4 輪駆動のためのモータトルクが上記微小のモータトルク $G_a T_h$ よりも大きくなると、4 輪駆動のためのモータトルクに実際のモータトルクが移行する。

【 0 0 9 5 】

このとき、ブレーキペダルの戻り始めの速度が速い場合には、すぐにアクセルペダル 1 7 が踏まれて加速開始つまり、4 輪駆動状態への移行が早期に行われる可能性が高いが、本実施形態では、ブレーキペダル 3 4 の戻り始めの速度が速いほどモータの微小トルク $G a T h$ を大きくして早めにガタ詰めを行うことで、上記早期の 4 輪駆動状態への移行であっても対応可能としている。

【 0 0 9 6 】

また、エンジン 2 が駆動状態であっても、エンジン 2 の出力トルクが主駆動輪である前輪 1 R、1 L にトルクが伝達されない非駆動レンジ状態では、ガタ詰めをする必要がない。したがって、上記ステップ S 4 2 0 でガタ詰め処理に移行することを防止することで、無用に微小トルク発生をしない、すなわち、発電機で微小電流を発生することを防止して、電気エネルギーの無駄を防ぐ。なお、ガタ詰め処理中であっても、例えばステップ S 5 4 0 の位置で、駆動レンジか否かを判定し、非駆動レンジの場合にステップ S 5 5 0 に移行してガタ詰め処理を中止しても良い。

【 0 0 9 7 】

また、アクセル開度が所定量（ステップ S 5 4 0 では 5 % を例示）を越えると、ガタ詰め処理を中止する。ここで、上記アクセル開度の所定量は、0 % でもよいが少し車両が動いてから加速スリップ発生し 4 WD になる場合、ガタ詰めしておいたにも関わらず少し動く間にガタが出る可能性がある。このため、少しアクセルペダルが踏まれて車両が発進し始めるか加速スリップが起き始めるであろう 5 % とした。すなわち、上記所定量としては、一般に、少しアクセルペダルが踏まれて車両が発進し始めるか加速スリップが起き始めるであろうアクセル開度とすることが好ましい。

【 0 0 9 8 】

さらに、ガタ詰めのためにクラッチ 1 2 を接続する際に、モータ 4 で回転されるクラッチ入力軸が、クラッチ出力軸よりも所定回転速度差 $N m o f s$ 分だけ大きな状態で当該クラッチ 1 2 の接続を行うことで、クラッチ接続後のガタ詰めに早期に完了可能とすることができると共に、続いて 4 輪駆動に移行する際には、加速

不足感を抑えた加速が可能となる。

【 0 0 9 9 】

ここで、クラッチ入力軸とクラッチ出力軸との回転速度差がゼロの状態で接続する場合には、クラッチ接続直後のトルクはほぼ 0 であるので、クラッチ接続後に徐々にトルクを上げる従来の制御では、従駆動輪に対し力強い加速が出来ずに失速感に繋がる。

また、クラッチ接続指令を出力してから実際にクラッチ 1 2 が接続されるまでには、クラッチ 1 2 の応答遅れ分だけ時間がずれるが、クラッチ出力軸の回転加速度に応じて目標回転速度 MN_m が補正される結果、実際のクラッチ接続時におけるクラッチ出力軸の回転速度とクラッチ入力軸の回転速度との回転速度差を所定範囲に抑えることができる。この結果、車両が極低加速度で走行したり高加速度状態で走行したりするなど、車両の加速状態に影響せず、クラッチ接続時のトルク変動を目標とする範囲に抑えることが出来る。

【 0 1 0 0 】

同様に、モータ 4 の回転加速度 ΔN_m が大きい場合には、実際のクラッチ接続時のモータ回転速度 N_m が検出値よりも大きくなるが、当該モータ 4 の回転加速度 ΔN_m に応じて補正を加えることで、モータ 4 の回転加速度状態による悪影響が抑えられて、クラッチ接続時のトルク変動を目標とする範囲に抑えることが出来る。

【 0 1 0 1 】

ここで、上記クラッチ接続時の処理は、ガタ詰めに連続してすぐに 4 輪駆動状態に移行する際に効果が大きいので、4 輪駆動の予測としてアクセルスイッチがオンとなったら行うようにしても良い。また、車両が所定速度以上で走行している場合に限定して、上記ステップ S 5 2 0 ～ステップ S 5 5 0 の処理（クラッチ接続のタイミング制御）を実行するようにしても良い。

【 0 1 0 2 】

また、上記説明では、ガタ詰め処理時において、クラッチ接続前後のモータ駆動制御を同じにしているが、クラッチ接続前後で、モータ駆動制御を変更しても良い。例えば、クラッチ接続前は、モータ 4 に供給するパワー（電力）を一定に

制御する等パワー制御でモータ4を駆動制御するように構成しても良い。このようにするとモータ4の回転速度 N_m が高くなるほどモータトルクが小さくなってクラッチ接続時のトルク変動を効果的に抑えることが可能となる。

【0103】

また、車輪速センサが精度良く検出可能な最低の許容回転数に応じた、極低速度域まで減速して車両が停止すると推定されると、極低速度となるまでの検出結果に基づく減速度から、モータ4の回転が停止、つまりクラッチ12の入力軸が停止するまでのモータ停止所要時間推定値 TMS と、後輪3L、3Rの回転が停止、つまりクラッチ12の出力軸が停止するまでの車輪停止所要時間推定値 TWS とが演算され、モータ停止所要時間推定値 TMS と車輪停止所要時間推定値 TWS とのうちの大きい方の推定値の時間が経過したときに、クラッチ12に接続指令を出力するので、確実にクラッチ12の入力軸と出力軸とが共に停止した状態でクラッチ接続が行われて、クラッチ接続時のショック発生を抑えることが可能となる。

【0104】

また、モータ4及び後輪3L、3Rの回転が停止するまでの時間を推定する際に、センサの応答遅れ時間及び演算の位相遅れ分を考慮することで、上記モータ停止所要時間推定値 TMS と車輪停止所要時間推定値 TWS がより正確な値となる。さらに、クラッチ12の動作応答遅れを考慮して、実際にモータ4若しくは後輪3L、3Rが完全に停止する前にクラッチ接続指令を出力することで、無駄時間なくクラッチ12の接続が実施される。

【0105】

また、このようにクラッチ接続が実施された場合には、停止した車両が発進する前にクラッチ12が接続されているので、4輪駆動状態への移行の応答性が良く、所要の発進加速性を持つことが可能となる。

このように、4輪駆動モードであれば、一般には、加速スリップしやすい発進時にクラッチが予め接続状態となっているが、発進時に上記説明したガタ詰め処理をするようにしても良い。発進時における駆動系のガタによるショックも防止可能となる。なお、予めクラッチ接続が行われているので、クラッチ接続処理は

不要である。

【0106】

また、車両が減速して極低速度となり一時停止しても、すぐ発進する場合には、車両の一時停止時にモータ4が空転している場合が想定されるが、本実施形態によれば、モータ4の回転が停止する前に車両が発進した場合には、車両停止時にクラッチ12の接続を行ってクラッチ接続時のショックを発生することが回避される。

【0107】

また、車両が極低速度状態となって車両が停止すると推定しても、モータ4及び後輪3L、3Rの回転が停止する前に、アクセルが踏まれて加速要求があった場合には車両の走行条件が変更されて、上記車輪停止所要時間推定値TWSが不正確となって当該推定時間経過後にモータ4若しくは後輪3L、3Rが停止していない可能性が高いので、クラッチ接続指令の出力を停止して、クラッチ接続時のショック発生を防止する。

【0108】

ここで、上述のように停車時にクラッチが接続されないことも考慮して、発進時に、クラッチ接続の有無を判定し、クラッチ接続が行われていない場合には、上記ガタ詰め処理を発進時に行うようにしても良い。

同様に、車両が極低速度状態となって車両が停止すると推定しても、モータ4及び後輪3L、3Rの回転が停止する前に、ブレーキが操作されて車両への制動力が変化した場合には、車両の走行条件が変更されて、上記車輪停止所要時間推定値TWSが不正確となって当該推定時間経過後にモータ4若しくは後輪3L、3Rが停止していない可能性が高いので、クラッチ接続指令の出力を停止して、クラッチ接続時のショック発生を防止する。なお、上記ブレーキ操作は、ブレーキが戻されて制動力が小さくなる方向に変化した場合だけ行っても良い。ブレーキが踏まれて制動力が大きくなる方向に変化した上記推定値よりも早めに回転が停止すると推定されるので、上記推定値経過後には後輪の回転が既に停止した状態と推定されるためである。

【0109】

なお、2輪駆動状態であって且つ上記極低速度状態よりも車速が小さいときに、クラッチ12が非接続状態であれば、上記アクセル操作やブレーキ操作に関係なく、上記モータ停止所要時間推定値TMSには影響は無い。

図17及び図18に上記停車時のクラッチ接続処理におけるタイムチャート例を示す。

【0110】

すなわち、図17に示すように、車両が減速していくときに、車輪速センサ27RL、27LL及びモータ用回転数センサ21のそれぞれにおける、許容可能な最低回転数LWS、LMSとなるまでの検出値から求められる減速度から、それぞれ、回転数がゼロとなるまでの車輪停止所要時間推定値TWS、及びモータ停止所要時間推定値TMSが求められ、その車輪停止所要時間推定値TWS、及びモータ停止所要時間推定値TMSの両方がカウントダウンして両方の値が共にゼロとなった時点をクリック接続指令出力時としているので、確実にクラッチ12の入力軸及び出力軸の回転が停止しているときにクラッチ12の接続が出来ることが分かる。

【0111】

また、上記車輪停止所要時間推定値TWSのカウントダウン時に、ブレーキ操作及びアクセル操作が許容以上ある場合には、クラッチ接続を禁止するが、図18のように、許容以下のブレーキ操作があっても、クラッチ接続は禁止されず、また、クラッチ接続完了後に許容以上のアクセル操作がされても、停車時のクラッチ接続状態が維持される。

【0112】

ここで、上記実施形態では、発電機7の発電した電圧でモータ4を駆動して4輪駆動を構成する場合で説明しているが、これに限定されない。モータ4へ電力供給できるバッテリーを備えるシステムに採用しても良い。この場合には、バッテリーから微小電力を供給するようにすればよいし、さらにはバッテリーからの供給と共に発電機7からの電力供給も併行して行うようにしてもよい。

または、上記実施形態では、主駆動源として内燃機関を例示しているが、主駆動源をモータから構成しても良い。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に基づく実施形態に係る概略装置構成図である。

【図 2】

本発明に基づく実施形態に係るシステム構成図である。

【図 3】

本発明に基づく実施形態に係る 4WD コントローラを示すブロック図である。

【図 4】

本発明に基づく実施形態に係る 4WD コントローラの処理手順を示す図である。

【図 5】

本発明に基づく実施形態に係る電源管理部の処理を示す図である。

【図 6】

本発明に基づく実施形態に係る余剰トルク演算部の処理を示す図である。

【図 7】

本発明に基づく実施形態に係る目標トルク制御部の処理を示す図である。

【図 8】

本発明に基づく実施形態に係る余剰トルク変換部の処理を示す図である。

【図 9】

本発明に基づく実施形態に係るガタ詰め処理部の処理を示す図である。

【図 10】

本発明に基づく実施形態に係るクラッチ接続判定部の処理を示す図である。

【図 11】

本発明に基づく実施形態に係る車両停止状態推定部の処理を示す図である。

【図 12】

本発明に基づく実施形態に係る電動機停止状態推定部の処理を示す図である。

【図 13】

本発明に基づく実施形態に係る外乱検出部の処理を示す図である。

【図 14】

本発明に基づく実施形態に係るクラッチ接続可能判定部の処理を示す図である。

【図 1 5】

本発明に基づく実施形態に係るクラッチ制御フラグ出力部の処理を示す図である。

【図 1 6】

本発明に基づく実施形態に係るエンジンコントローラの処理を示す図である。

【図 1 7】

本発明に基づく実施形態に係る回転停止タイミングの推定を説明する図である。

【図 1 8】

本発明に基づく実施形態に係るタイムチャートを示す図である。

【符号の説明】

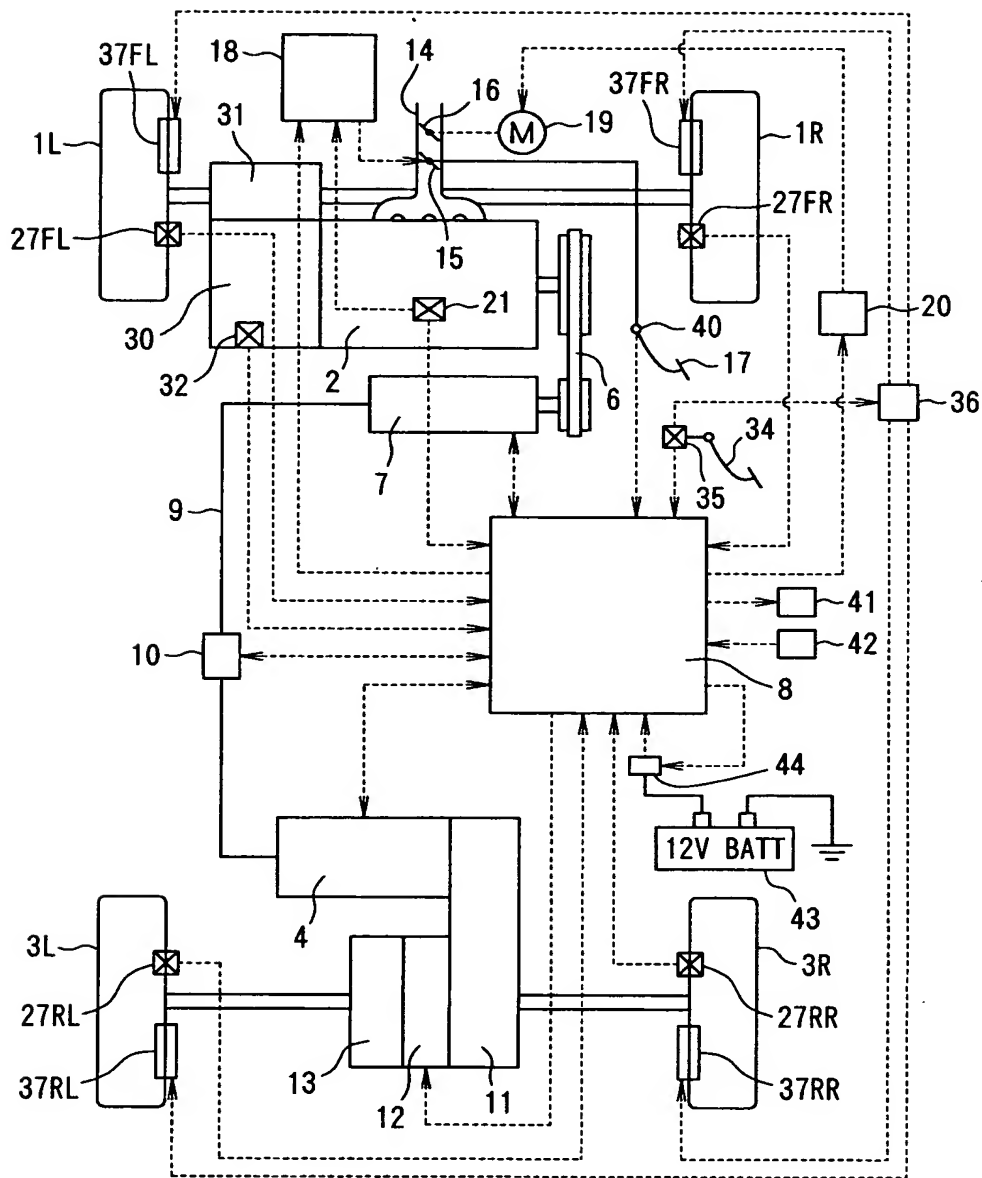
- 1 L、1 R 前輪
- 2 エンジン
- 3 L、3 R 後輪
- 4 モータ
- 6 ベルト
- 7 発電機
- 8 4WDコントローラ
- 8 L クラッチ接続判定部（出力軸側停止推定手段、入力軸側停止推定手段、クラッチ接続指令出力手段）
- 9 電線
- 10 ジャンクションボックス
- 11 減速機
- 12 クラッチ
- 14 吸気管路
- 15 メインスロットルバルブ
- 16 サブスロットルバルブ

- 1 8 エンジンコントローラ
- 1 9 ステップモータ
- 2 0 モータコントローラ
- 2 1 エンジン回転数センサ
- 2 2 電圧調整器
- 2 3 電流センサ
- 2 6 モータ用回転数センサ
- 2 7 F L、2 7 F R、2 7 R L、2 7 R R
車輪速センサ
- 3 0 トランスミッション
- 3 1 ディファレンシャル・ギヤ
- 3 2 シフト位置検出手段
- 3 4 ブレーキペダル
- 3 5 ブレーキストロークセンサ（制動操作量検出手段）
- 3 6 制動コントローラ
- 3 7 F L、3 7 F R、3 7 R L、3 7 R R
制動装置
- 4 0 アクセルセンサ（加速指示検出手段）
- 4 1 ワーニングランプ
- 4 2 駆動モード S W
- 4 4 1 2 V リレー
- I f h 発電機の界磁電流
- V 発電機の電圧
- N h 発電機の回転数
- I a 電機子電流
- I f m モータの界磁電流
- E モータの誘起電圧
- N m モータの回転数（回転速度）
- $\Delta N m$ モータの回転加速度

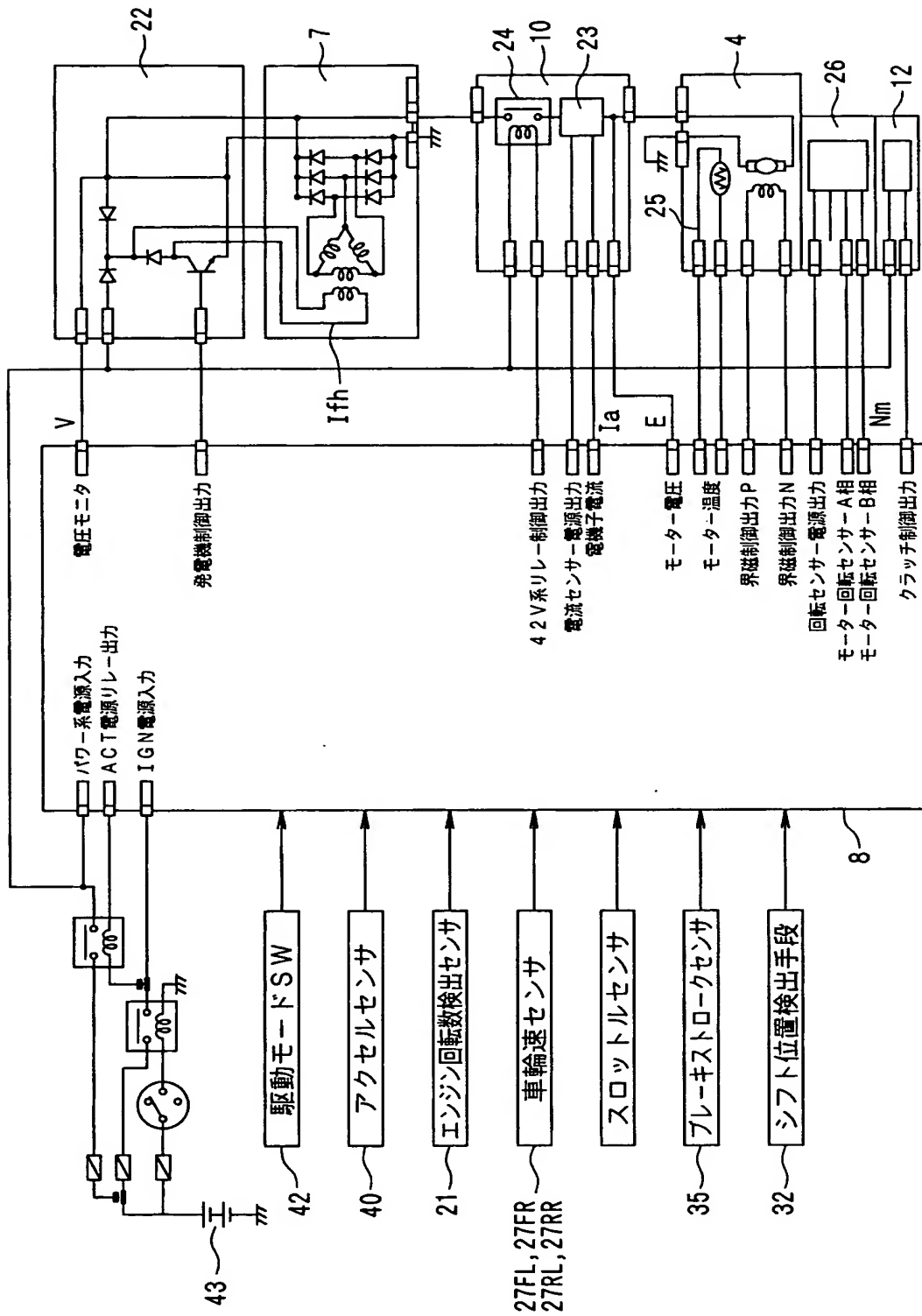
T G	発電機負荷トルク
T h	目標発電機負荷トルク
T h 2	第 2 目標発電機負荷トルク
T m	モータのトルク
T e	エンジンの出力トルク
G A T A F L G	ガタ詰め用フラグ
G a T m	ガタ詰め用目標モータトルク
G a I a	ガタ詰め用目標電機子電流
G a V	ガタ詰め用目標電圧
G a T h	ガタ詰め用発電負荷トルク
N s r	換算出力軸回転速度
D N s r	換算出力軸回転速度の変化率（クラッチ出力軸の回転加速度に相当）
M N m	目標回転速度
D N m	所定上下幅
N m o f s	所定回転速度差
L W S	許容回転速度
D W S	車輪回転速度変化率
T W S	車輪停止所要時間推定値
L M S	許容回転速度
D M S	モータ回転速度変化率
T M S	モータ停止所要時間推定値
F W S	推定車輪回転停止フラグ
F M S	推定モータ回転停止フラグ

【書類名】 図面

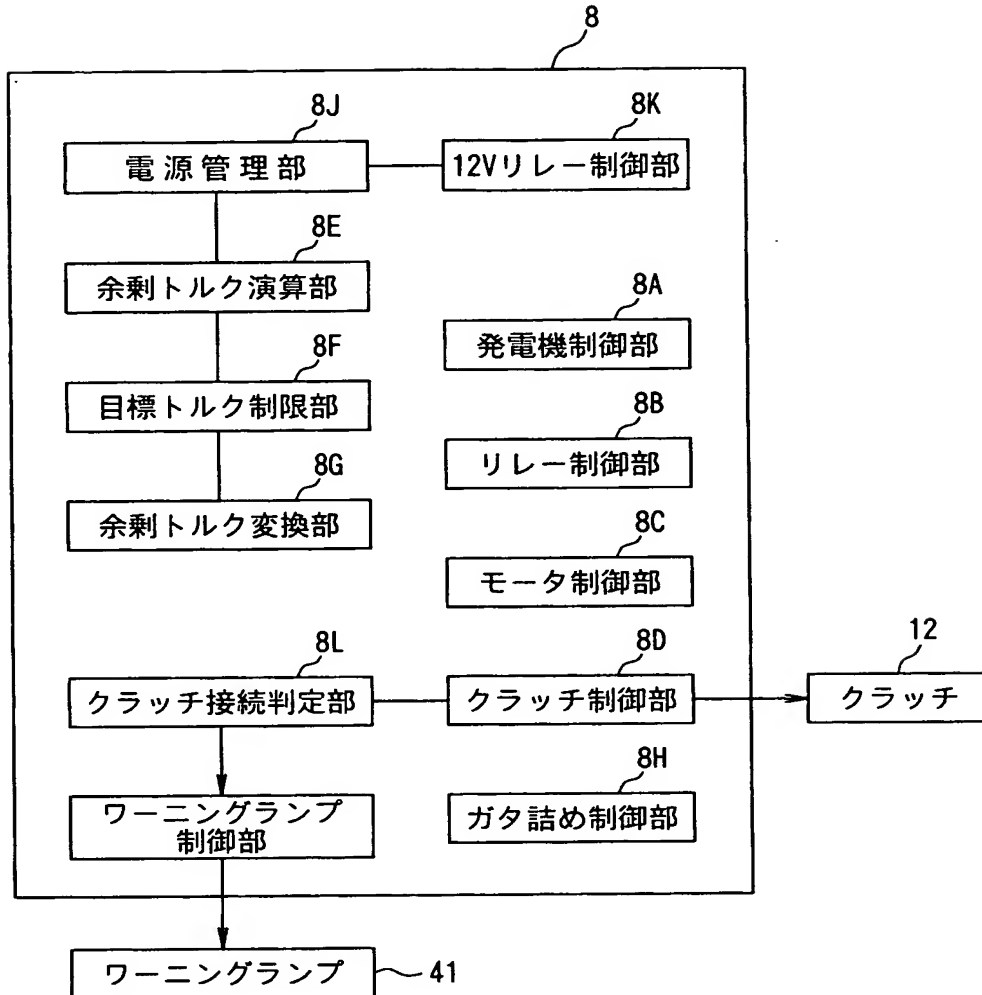
【図 1】



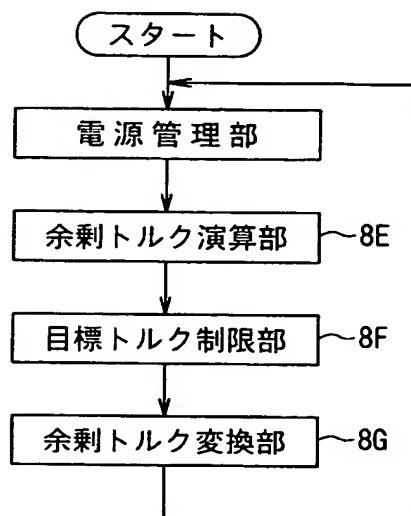
【図2】



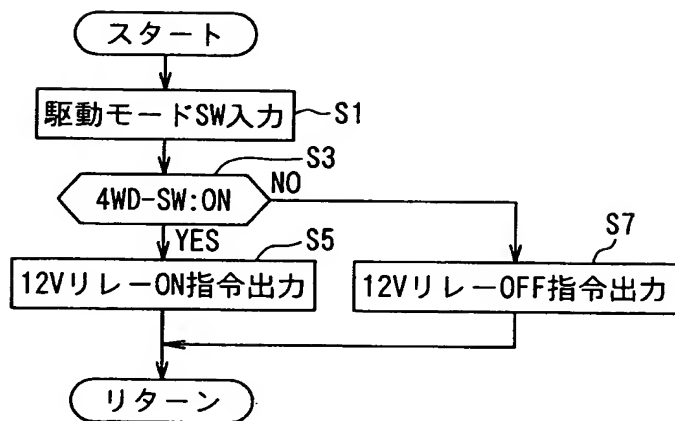
【図 3】



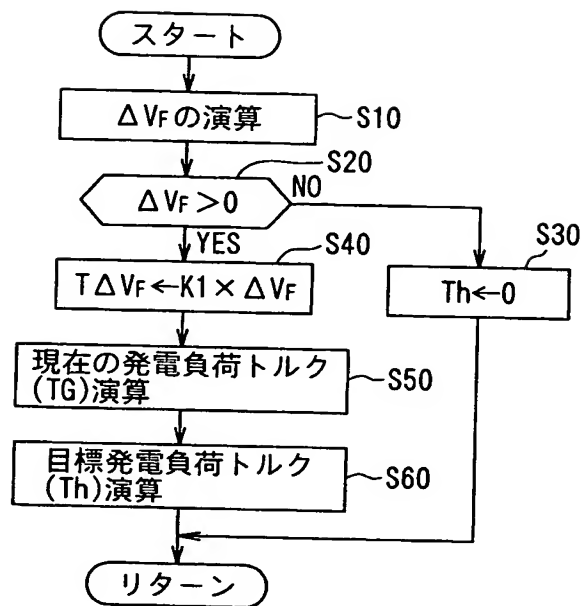
【図 4】



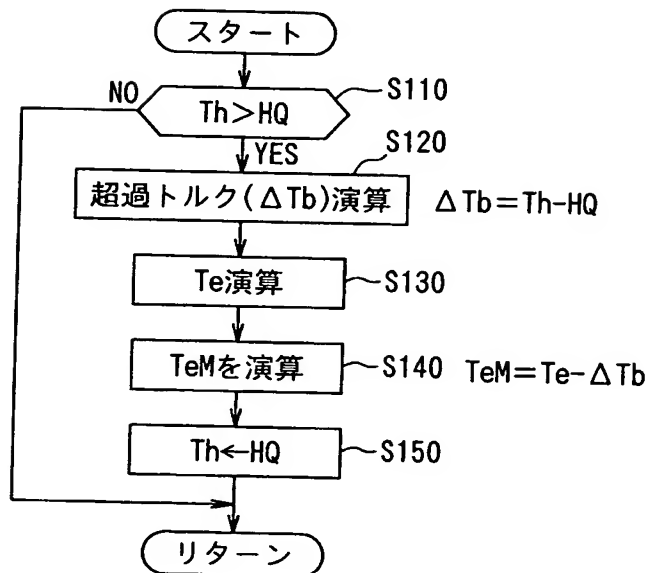
【図 5】



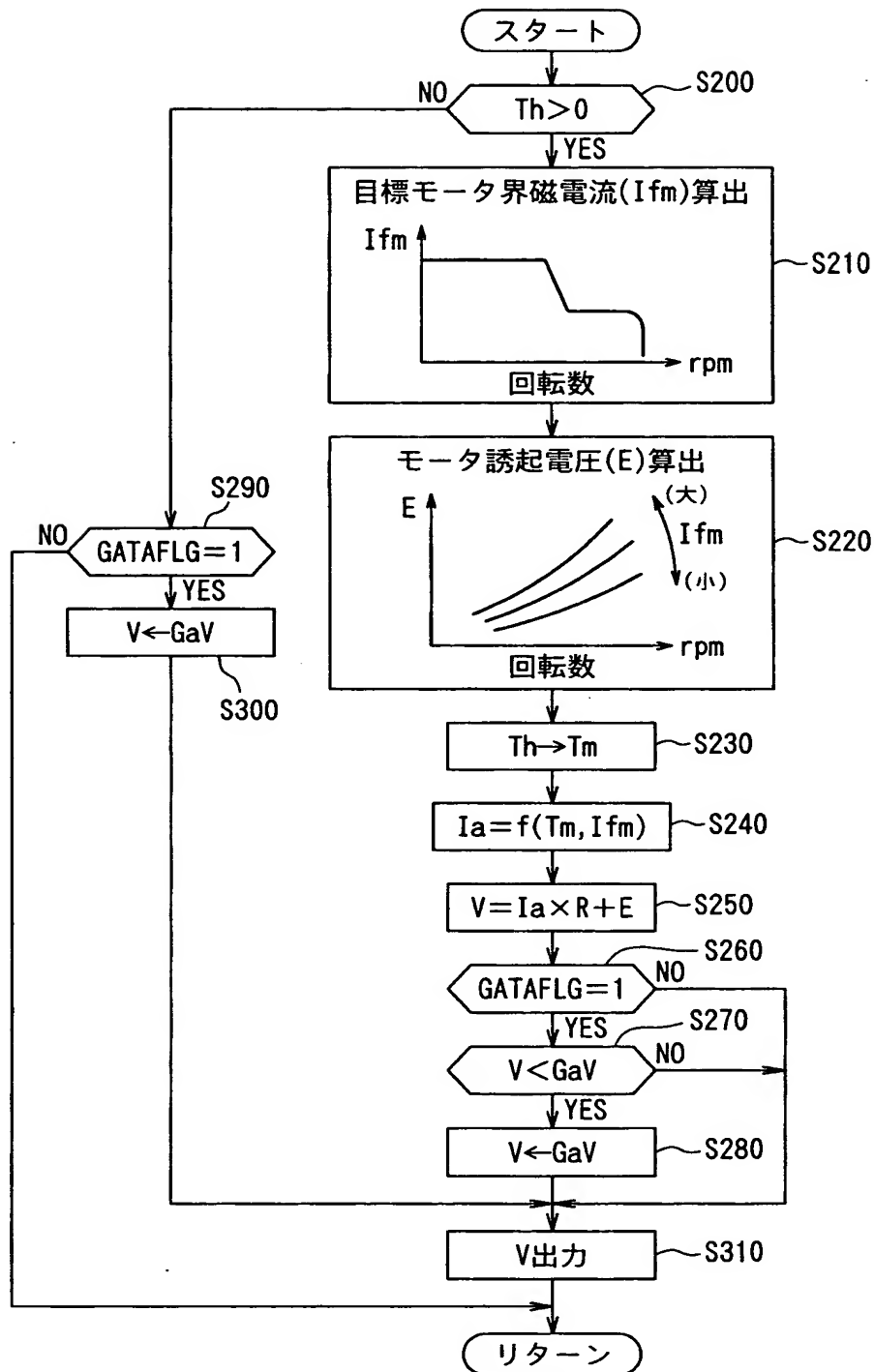
【図 6】



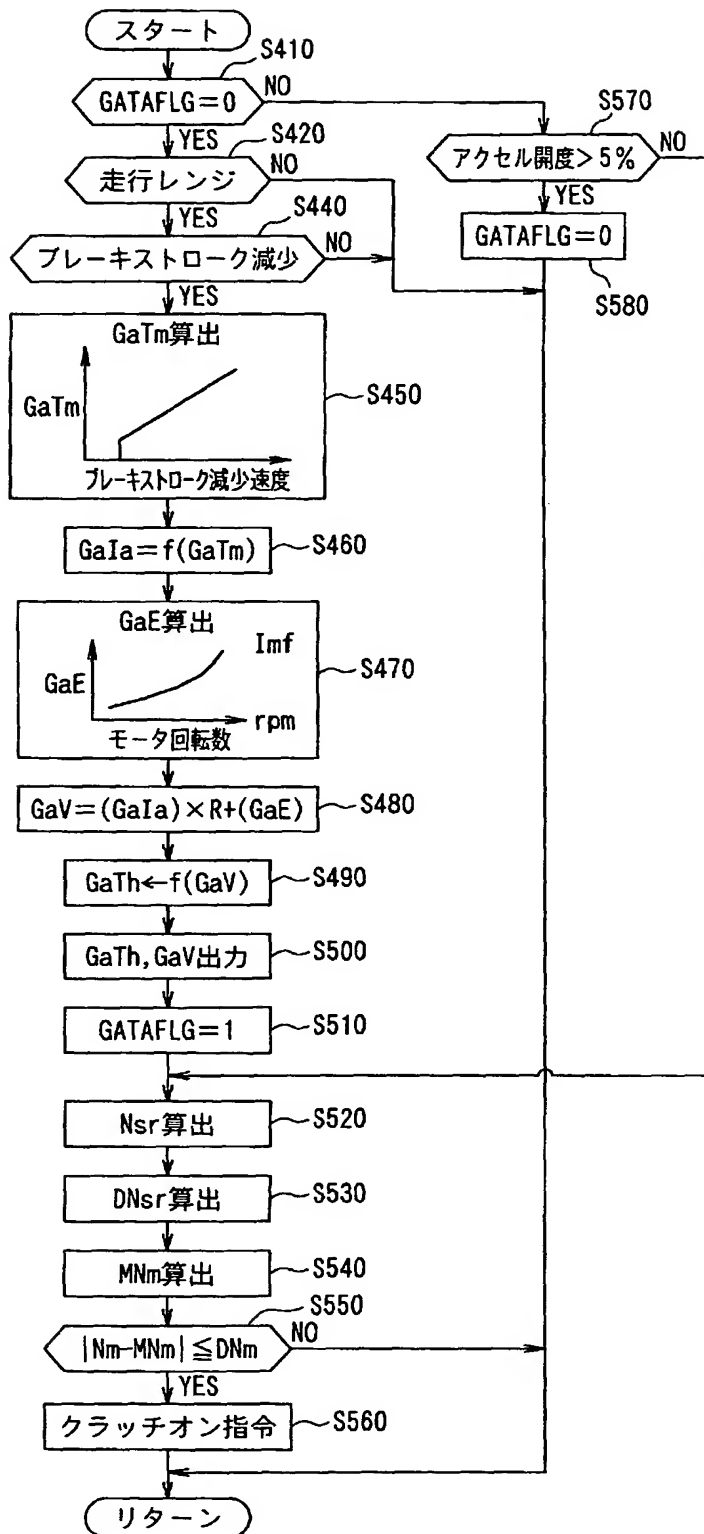
【図 7】



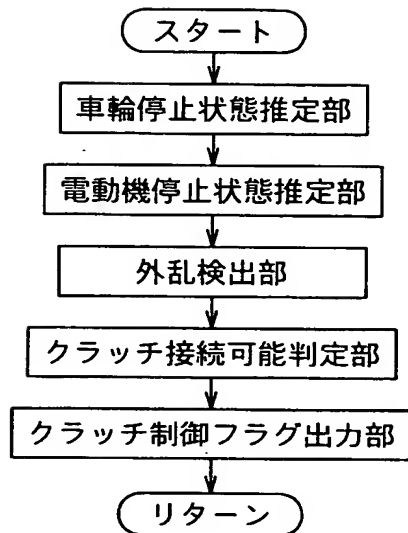
【図 8】



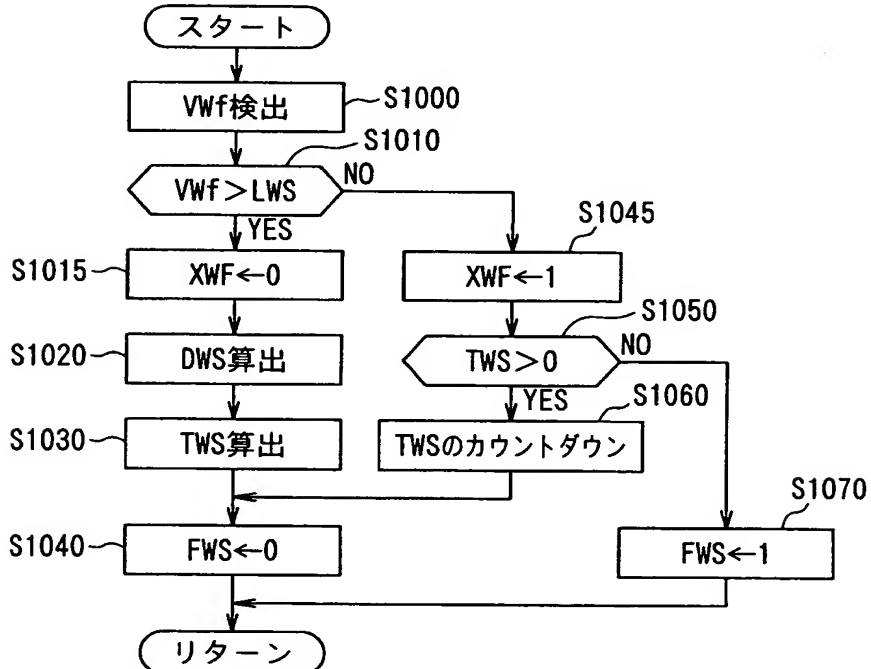
【図 9】



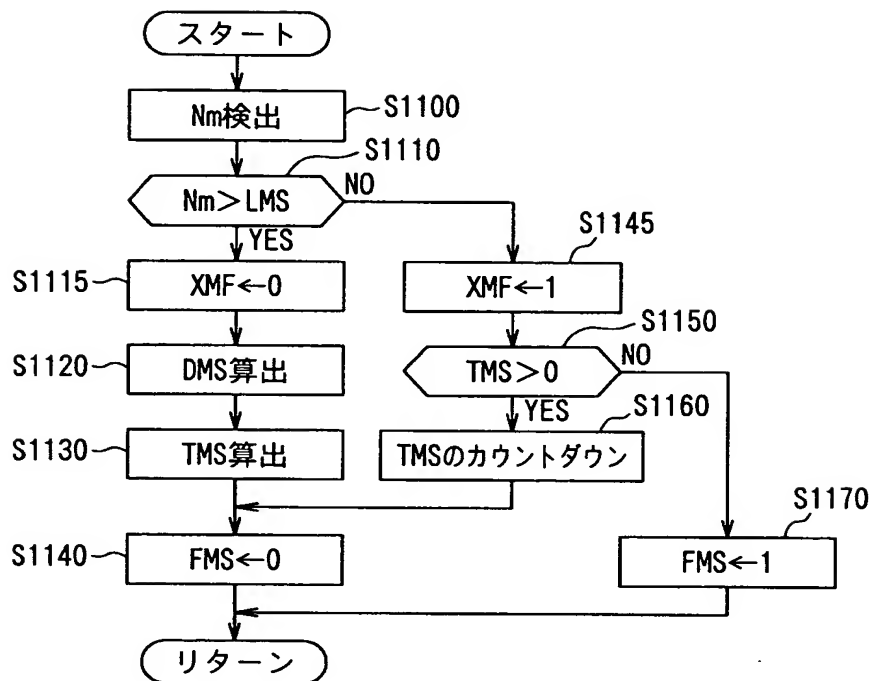
【図 1 0】



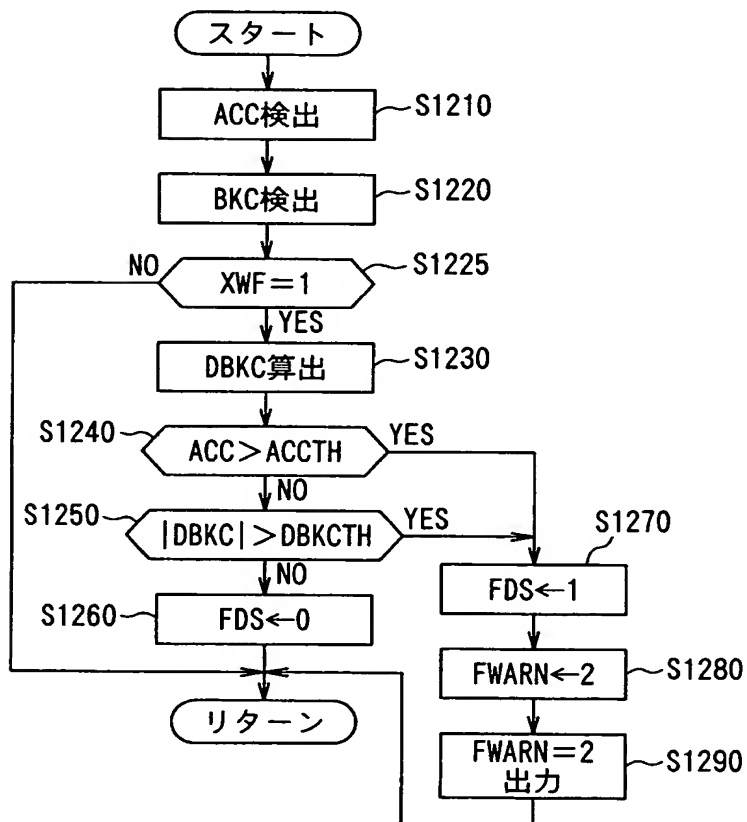
【図 1 1】



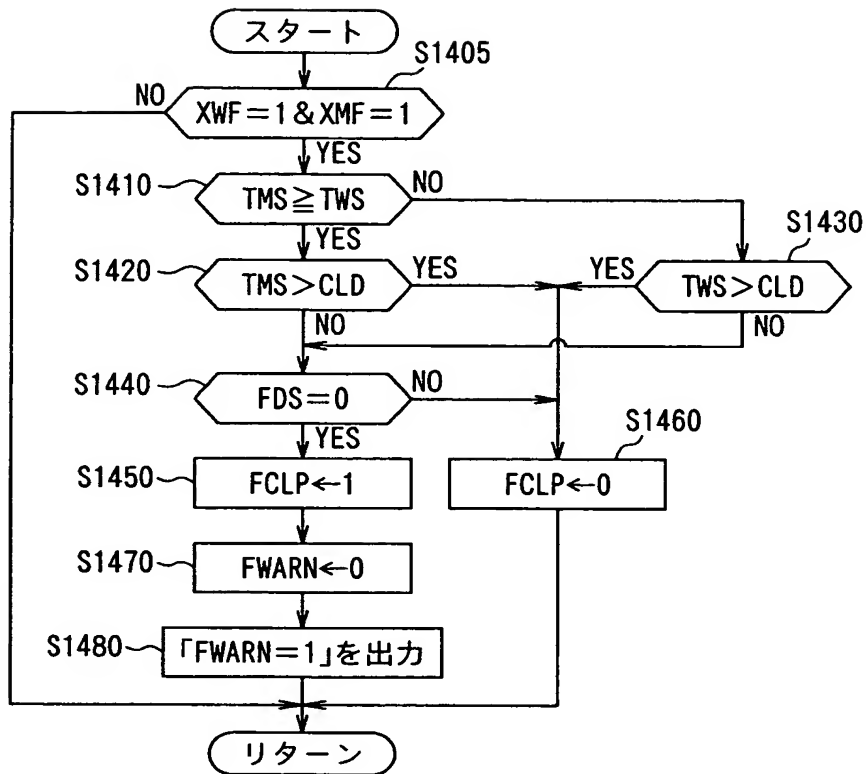
【図 1 2】



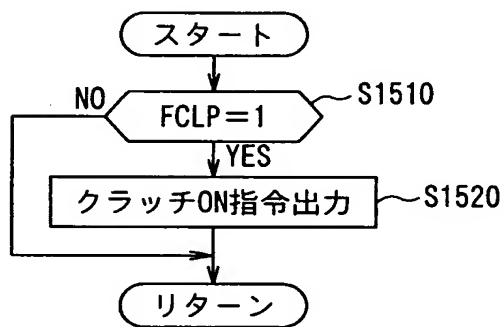
【図 1 3】



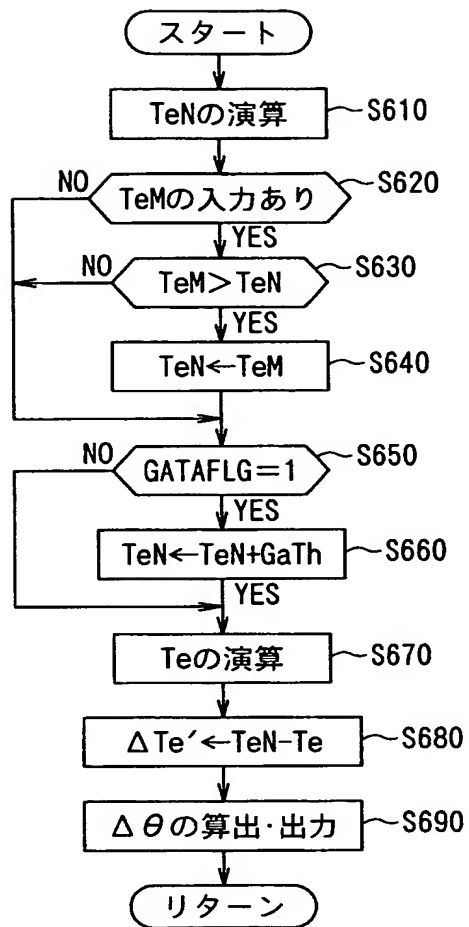
【図 1 4】



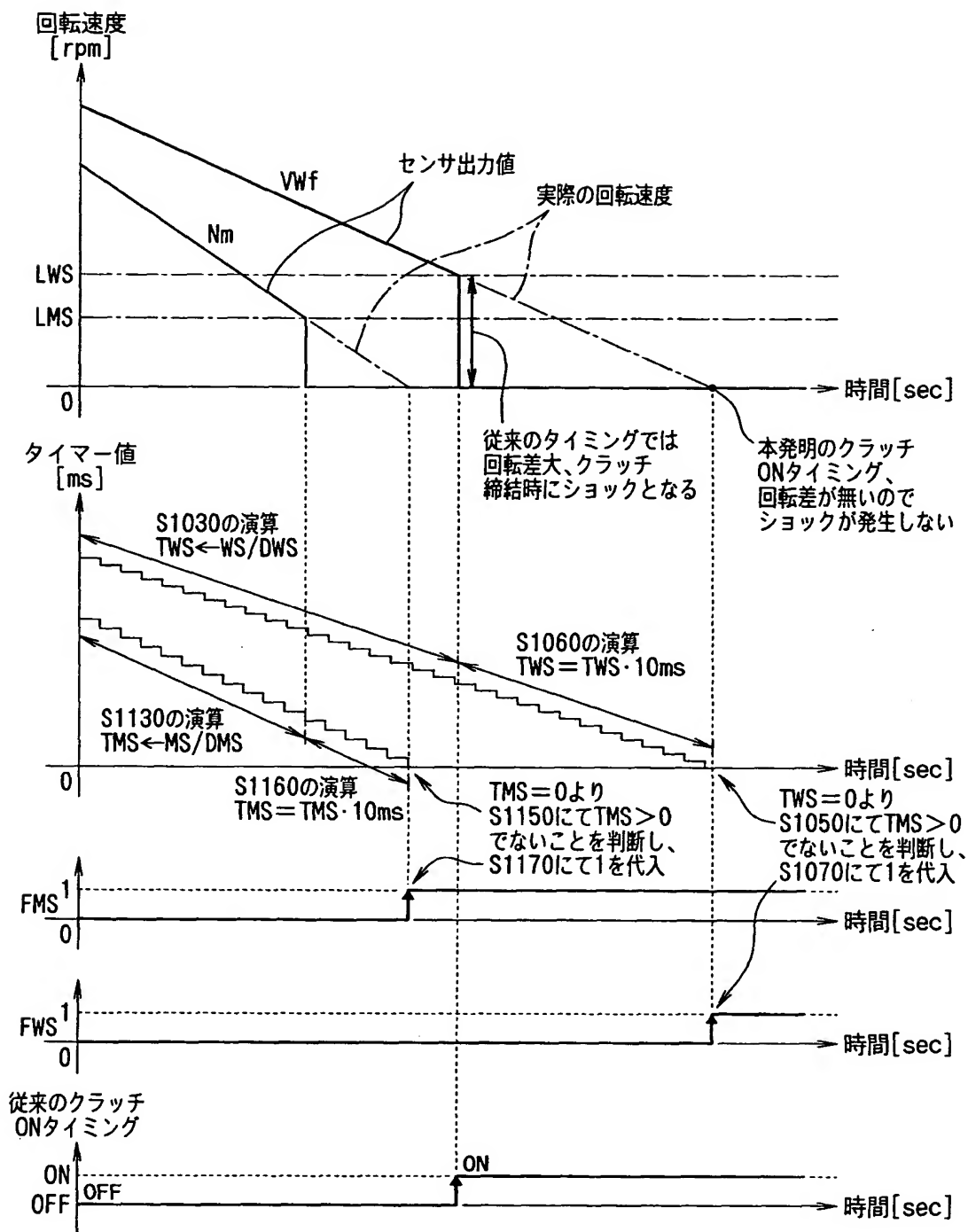
【図 1 5】



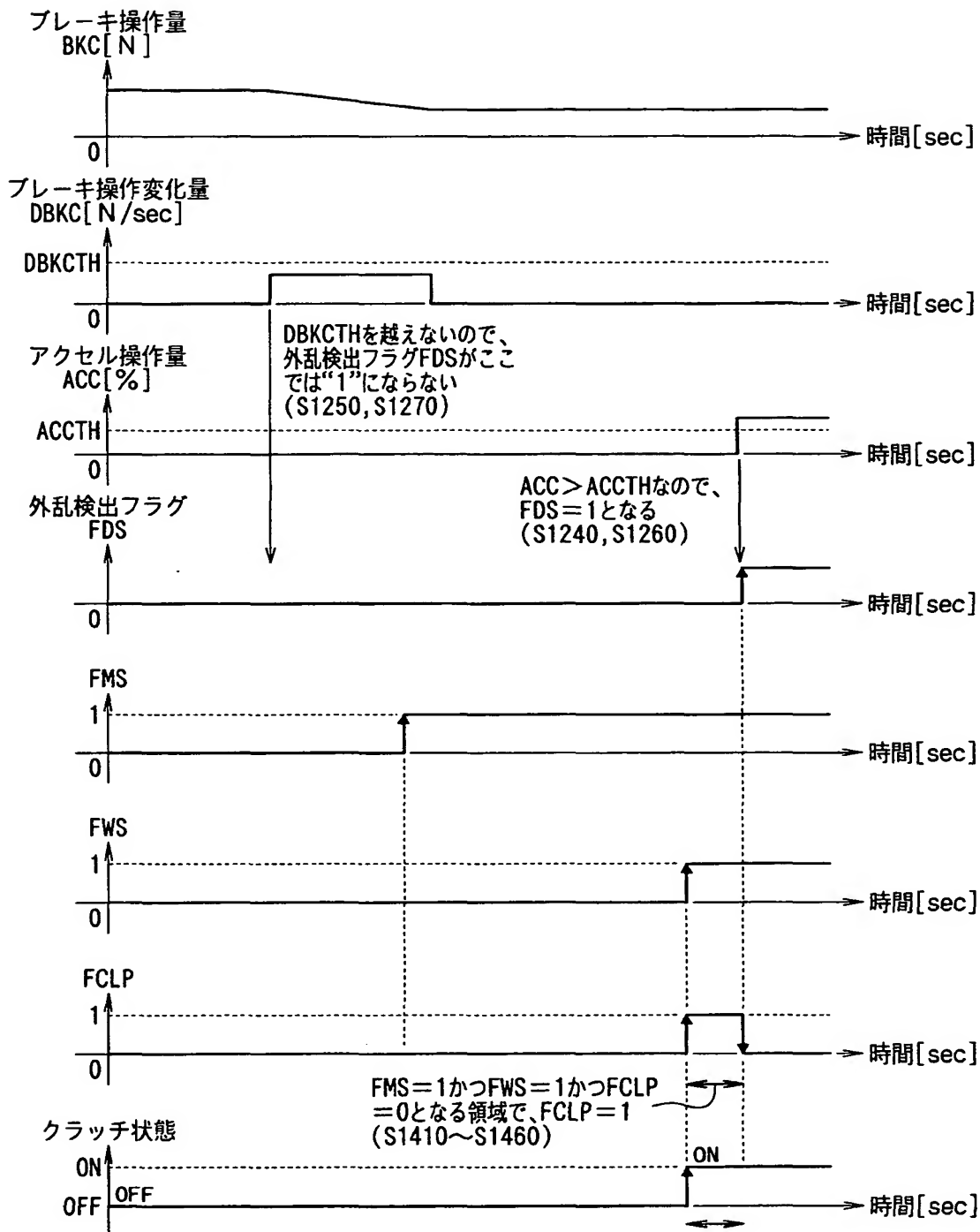
【図 16】



【図 1 7】



【図 1 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クラッチ接続時のショックを回避しつつ発進時における４輪駆動状態への移行の応答性を向上させる。

【解決手段】 モータ回転速度及び後輪の回転速度がそれぞれ検出可能な許容回転速度 LMS 、 LWS 以下となると、それまでの検出値からそれぞれ停止するまでの推定時間 TMS 、 TWS のカウントダウンを開始し、カウントダウンして両推定時間 TMS 、 TWS が共にゼロとなったら、クラッチを接続することで、確実にショックがない状態でクラッチ接続が行われる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003997]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
氏 名	日産自動車株式会社